

(51) IntCl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 13/00		9120-2K		
	5/32	9018-2K		
G 1 1 B 7/135		Z 7247-5D		
		A 7247-5D		

審査請求 未請求 請求項の数47 O L (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願平5-328230

(22) 出願日 平成5年(1993)12月24日

(31) 優先権主張番号 特願平5-14432

(32) 優先日 平5(1993)2月1日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平5-193353

(32) 優先日 平5(1993)8月4日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 金馬 慶明

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72) 発明者 水野 定夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72) 発明者 西野 清治

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

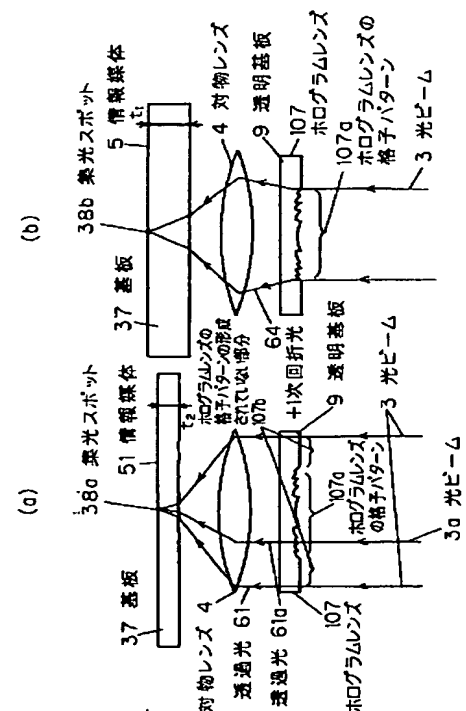
(74) 代理人 弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

(54) 【発明の名称】 対物レンズ及び集光光学系及び光ヘッド装置及び光ディスク装置及び光ディスク及び顕微鏡及び露光装置

## (57) 【要約】

【目的】 異なる基板の厚みの光ディスク上に回折限界まで光ビームを集光することのできる集光光学系、異なる基板の厚みの光ディスクの記録再生を行うことのできる光ヘッド装置及び光ディスク装置を構成する。

【構成】 光ビーム3aの透過光(0次回折光)61aも十分な強度を有するようにホログラムレンズ107を設計する。対物レンズ4は、ホログラム107を回折されずに透過した光ビーム61が入射したときに、基板37の厚み(t2)の薄い光ディスク上に回折限界の集光スポットを形成できるよう設計されている。また、ホログラムレンズ107で回折された+1次回折光64は対物レンズ4によって情報媒体5上に集光され、厚さt1の基板37を通して回折限界まで絞れるように収差補正を施されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】一組の屈折型対物レンズとホログラムレンズの組み合わせからなる複合対物レンズであって、前記ホログラムレンズの格子パターンは同心円状の格子パターンを含み、前記ホログラムレンズは位相型の回折素子であり、前記ホログラムレンズによって与えられる位相変調の振幅が  $2\pi$  ラジアン未満であることを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 2】請求項 1 の複合対物レンズであって、ホログラムレンズはレリーフ型の回折素子であり、前記ホログラムレンズを構成する硝材の波長  $\lambda$  における屈折率を  $n(\lambda)$ 、光源波長  $\lambda = \lambda_0$  としたときに、前記ホログラムレンズの凹凸形状の高さ  $H$  を、 $H < \lambda_0 / (n(\lambda_0) - 1)$

とすることを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 3】請求項 2 の複合対物レンズであって、ホログラムレンズの格子パターン部の断面形状は階段状の形状であることを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 4】請求項 1 の複合対物レンズであって、ホログラムレンズは液晶セルによって構成される位相型の回折素子であることを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 5】請求項 1 の複合対物レンズであって、ホログラムレンズは複屈折性材料からなる基板上に形成される位相型の回折素子であることを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 6】請求項 1～請求項 5 のいずれかの複合対物レンズであって、ホログラムレンズは対物レンズの開口に対応する部分の一部に同心円状の格子パターンが形成されており、前記ホログラムレンズ基板の他の部分は格子パターンがない部分も存在することを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 7】請求項 6 の複合対物レンズであって、ホログラムレンズ基板の格子パターンがない部分の位相が、格子パターン部の位相の平均値とほぼ一致することを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 8】請求項 3 の複合対物レンズであって、ホログラムレンズは対物レンズの開口に対応する部分の一部に同心円状の格子パターンが形成されており、前記ホログラムレンズ基板の他の部分は格子パターンがない部分も存在し、ホログラムレンズ基板の格子パターンがない部分の表面が、ホログラムレンズの格子部断面の階段の段差中、光軸方向に対して最高位置でも最低位置でもないいずれかの段差と同じ高さであることを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 9】請求項 1～請求項 8 のいずれかの複合対物レンズであって、ホログラムレンズは場所によって回折効率が異なることを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 10】対物レンズであって、前記対物レンズに対して同一の側に 2 個の焦点位置を有し、それぞれの焦点は異なる厚みの基板に対して収束するように設計され

ている対物レンズ。

【請求項 11】請求項 10 の対物レンズであって、一組の屈折型対物レンズとホログラムレンズの組み合わせからなる複合対物レンズであって、屈折型対物レンズはホログラムレンズの透過光を厚さ  $t_2$  の基板を持つ情報媒体の情報記録面上に光ビームを集光できるように設計されており、前記ホログラムレンズは前記ホログラムレンズから回折する回折光が前記屈折型対物レンズを通過すると厚さ  $t_1$  の基板を持つ情報媒体の情報記録面上に光ビームを集光できるように設計されており、 $t_2 < t_1$  であることを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 12】請求項 1～請求項 9 のいずれかの複合対物レンズであって、屈折型対物レンズはホログラムレンズの透過光を厚さ  $t_2$  の基板を持つ情報媒体の情報記録面上に光ビームを集光できるように設計されており、前記ホログラムレンズは前記ホログラムレンズから回折する回折光が前記屈折型対物レンズを通過すると厚さ  $t_1$  の基板を持つ情報媒体の情報記録面上に光ビームを集光できるように設計されており、 $t_2 < t_1$  であることを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 13】請求項 1～請求項 9 または請求項 12 のいずれかの複合対物レンズであって、ホログラムレンズの同心円状の格子パターンの外周部の位相変調量が内周部の位相変調量よりも小さいことを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 14】請求項 1～請求項 9 または請求項 12 のいずれかの複合対物レンズであって、ホログラムレンズの同心円状の格子パターンの各ピッチ内の位相変化量は 4 段の階段状に変化し、格子ピッチに対する最高段と最低段の幅の割合が同心円状の格子パターンの外周部ほど小さくなることを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 15】請求項 1～請求項 9 または請求項 12 のいずれかの複合対物レンズであって、ホログラムレンズの同心円状の格子パターン内周部の各ピッチ内の位相変化量は 4 段の階段状に変化し、各ピッチ内の位相変化量が 4 段の階段状に変化する部分は、格子ピッチに対する最高段と最低段の幅の割合が同心円状の格子パターンの外周部ほど小さくなり、同心円状の格子パターンの各ピッチ内の位相変化量が 4 段の階段状に変化する部分よりも外周部では、各ピッチ内の位相変化量が、前記 4 段の最低段とその次の低さの段差からなる 2 段の階段状であり最低段の幅の割合が同心円状の格子パターンの外周部ほど小さくなることを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 16】請求項 10 の対物レンズであって、一組の屈折型対物レンズとホログラムレンズの組み合わせからなる複合対物レンズであって、屈折型対物レンズはホログラムレンズの透過光を厚さ  $t_1$  の基板を持つ情報媒体の情報記録面上に光ビームを集光できるように設計されており、前記ホログラムレンズは前記ホログラムレンズから回折する回折光が前記屈折型対物レンズを通過す

ると厚さ  $t_2$  の基板を持つ情報媒体の情報記録面上に光ビームを集光できるように設計されており、 $t_2 < t_1$  であることを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 17】請求項 1～請求項 9 のいずれかの複合対物レンズであって、屈折型対物レンズはホログラムレンズの透過光を厚さ  $t_1$  の基板を持つ情報媒体の情報記録面上に光ビームを集光できるように設計されており、前記ホログラムレンズは前記ホログラムレンズから回折する回折光が前記屈折型対物レンズを通過すると厚さ  $t_2$  の基板を持つ情報媒体の情報記録面上に光ビームを集光できるように設計されており、 $t_2 < t_1$  であることを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 18】請求項 1～請求項 9 または請求項 17 のいずれかの複合対物レンズであって、ホログラムレンズの同心円状の格子パターンの内周部の位相変調量が外周部の位相変調量よりも小さいことを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 19】請求項 1～請求項 9 または請求項 17 のいずれかの複合対物レンズであって、ホログラムレンズの同心円状の格子パターンの各ピッチ内の位相変化量は 4 段の階段状に変化し、格子ピッチに対する最高段と最低段の幅の割合が同心円状の格子パターン内周部ほど小さくなることを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 20】請求項 1～請求項 9 または請求項 17 のいずれかの複合対物レンズであって、ホログラムレンズの同心円状の格子パターン内周部の各ピッチ内の位相変化量は 4 段の階段状に変化し、各ピッチ内の位相変化量が 4 段の階段状に変化する部分は、格子ピッチに対する最高段と最低段の幅の割合が同心円状の格子パターン内周部ほど小さくなり、同心円状の格子パターンの各ピッチ内の位相変化量が 4 段の階段状に変化する部分よりも内周部では、各ピッチ内の位相変化量が、前記 4 段の最低段とその次の低さの段差からなる 2 段の階段状であり最低段の幅の割合が同心円状の格子パターン内周部ほど小さくなることを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 21】請求項 1～請求項 20 のいずれかの複合対物レンズであって、屈折型対物レンズとホログラムレンズの相対位置を固定したことを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 22】請求項 1～請求項 21 のいずれかの複合対物レンズであって、ホログラムレンズは平面上に形成されており、屈折型対物レンズの光軸と前記ホログラムレンズ平面の法線が平行ではないことを特徴とする複合対物レンズ。

【請求項 23】請求項 1～請求項 22 のいずれかの複合対物レンズと、放射光源を具備し、前記放射光源から出射する光ビームのファースフィールドパターンは外周部ほど光強度が小さくて、前記複合対物レンズの構成要素である屈折型対物レンズの開口内に、前記光ビームの中心部の光強度に比べて半分以下の光強度になる外周部ま

で、前記複合対物レンズの構成要素である屈折型対物レンズの開口内に取り込むことを特徴とする集光光学系。

【請求項 24】放射光源と、前記放射光源から出射される光ビームを受け情報媒体上へ微小スポットに収束する集光光学系と、前記情報媒体で反射、回折した光ビームを波面変換する手段と、前記波面変換手段で波面を変換された前記光ビームを受けてその光量に応じて電気信号を出力する光検出器からなる光ヘッド装置であって、前記情報媒体近くに配置された、前記集光光学系を構成する対物レンズは請求項 1～請求項 22 のいずれかの複合対物レンズであることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 25】請求項 24 の光ヘッド装置であって、放射光源から出射する光ビームのファースフィールドパターンは外周部ほど光強度が小さくて、複合対物レンズの構成要素である屈折型対物レンズの開口内に、前記放射光源から出射する前記光ビームの中心部の光強度に比べて半分以下の光強度になる外周部まで、前記複合対物レンズの構成要素である屈折型対物レンズの開口内に取り込むことを特徴とする集光光学系を具備することを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 26】請求項 24～請求項 25 のいずれかの光ヘッド装置であって、サーボ信号検出用検出器の周辺部にさらに光検出器を形成することを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 27】請求項 24～請求項 26 のいずれかの光ヘッド装置であって、波面変換手段と光検出器は唯一組のみを備えることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 28】請求項 24～請求項 26 のいずれかの光ヘッド装置であって、情報媒体で反射、回折した光ビームを放射光源の出射点とは異なる少なくとも 2 方向に分岐するビームスプリッターを具備し、波面変換手段と光検出器は少なくとも 2 組を具備することを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 29】請求項 24～請求項 27 のいずれかの光ヘッド装置であって、情報媒体で反射、回折した光ビームの一部分を放射光源の出射点とは異なる方向に全反射し、残りを全透過するビームスプリッターを具備し、波面変換手段と光検出器は少なくとも 2 組を具備することを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 30】請求項 24～請求項 29 のいずれかの光ヘッド装置であって、波面変換手段は非点収差を発生する手段であることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 31】請求項 24～請求項 29 のいずれかの光ヘッド装置であって、波面変換手段は少なくとも 2 つの光ビームを発生する手段であり、前記 2 つの光ビームは所定の方向の 1 次元の焦点位置がそれぞれ光検出器の前側と後ろ側であることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 32】請求項 24～請求項 31 のいずれかの光ヘッド装置であって、光検出器と放射光源が近接していることを特徴とする光ヘッド装置。

5

【請求項 3 3】請求項 2 4～請求項 3 2 のいずれかの光ヘッド装置であって、波面変換手段が偏光異方性ホログラムであることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 3 4】請求項 2 4～請求項 3 2 のいずれかの光ヘッド装置であって、放射光源からの光ビームを反射して光軸を曲げる反射膜を具備し、前記反射膜は透明基板上に作製されて光量の一部のみを反射し、かつ、前記反射膜で反射した光ビームは集光光学系によって情報媒体上へ微小スポットに集光され、前記情報媒体で反射して前記反射膜を透過した光ビームを回折光として回折するホログラムが前記透明基板の前記反射膜と反対の面に反射型ホログラムとして形成されていることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 3 5】請求項 2 4～請求項 3 2 のいずれかの光ヘッド装置であって、放射光源は、ほぼ直線偏光の光ビームを放射する放射光源であり、前記放射光源からの光ビームを全反射して光軸を曲げる偏光反射膜を具備し、前記偏光反射膜は透明基板上に作製されて前記放射光源から出射する光ビームの偏光方向と直角方向の偏光ビームはほぼ全透過し、前記放射光源から出射する光ビームの偏光方向の偏光ビームはほぼ全反射し、かつ、前記偏光反射膜で反射した光ビームを前記集光光学系によって情報媒体上へ微小スポットに集光し、前記情報媒体と前記透明基板の間に  $1/4$  波長板を具備し、前記情報媒体で反射して前記反射膜を透過した光ビームのほとんどの光量を回折光として回折するホログラムが前記透明基板の前記偏光反射膜と反対の面に反射型ホログラムとして形成されていることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 3 6】請求項 2 4～請求項 3 2 のいずれかの光ヘッド装置であって、放射光源は、ほぼ直線偏光の光ビームを放射する放射光源であり、前記放射光源からの光ビームを全透過する偏光ビームスプリッターを具備し、前記偏光ビームスプリッターを透過した光ビームを情報媒体上に集光する請求項 1～2 1 のいずれかの複合対物レンズを具備し、前記複合対物レンズのホログラムレンズと屈折型レンズの間に前記光ビームを円偏光にする  $1/4$  波長板を含み、前記情報媒体で反射され回転方向が反転した円偏光の光ビームが前記  $1/4$  波長板ではじめとは直交する方向の直線偏光となり、前記偏光ビームスプリッターで全反射した光ビームを受ける光検出器を具

備することを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 3 7】請求項 2 4～請求項 3 6 のいずれかの光ヘッド装置であって、ホログラムレンズは対物レンズの開口に対応する部分の一部に同心円状の格子パターンが形成されており、前記ホログラムレンズ基板の他の部分は同心円状の格子パターンがない部分も存在し、ホログラムレンズ基板の、同心円状の格子パターンがない部分に、非同心的円状の格子パターンの回折領域を設けたことを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 3 8】情報記録面上に高密度の記録ピット A

6

と、前記記録ピット A より低い記録密度のピット B があり、前記ピット B は前記ピット A の形成されている領域の基板の厚みが  $t_2$  であることを判別できる情報を持っており、ピット A のある部分、または、記録可能な部分は基板の厚みは  $t_2$  であるが、ピット B の形成されている領域は基板の厚みが  $t_1$  であり、 $t_1 > t_2$  であることを特徴とする光ディスク。

【請求項 3 9】情報記録面上に高密度の記録ピット A と低記録密度のピット C があり、前記ピット C は前記ピット A の形成されている領域の基板の厚みが  $t_2$  であることを判別できる情報を持っており、ピットのある部分、または、記録可能な部分は基板の厚みがすべて  $t_2$  であり、 $t_2$  はコンパクトディスク (CD) の基板の厚みよりも薄いことを特徴とする光ディスク。

【請求項 4 0】情報媒体の 2 種の基板厚み  $t_1$  と  $t_2$  にそれぞれ対応する焦点制御手段とトラッキング制御手段と情報検出手段を具備する光ヘッド装置と、前記光ヘッド装置の移動手段と、情報媒体を回転させる回転手段とを設け、基板の厚み  $t_1$  に対応した焦点制御とトラッキング制御を行って基板の厚みを判別する情報を検出し、基板の厚みが  $t_2$  であるという情報を認識したら、基板の厚み  $t_2$  に対応した焦点制御に切り替えることを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 4 1】情報媒体の 2 種の基板厚み  $t_1$  と  $t_2$  にそれぞれ対応する焦点制御手段とトラッキング制御手段と情報検出手段を具備する光ヘッド装置と、前記光ヘッド装置の移動手段と、情報媒体を回転させる回転手段とを設け、基板の厚み  $t_1$  に対応した焦点制御とトラッキング制御を行って情報信号を検出し、情報信号の振幅が一定値以上得られなかった場合には、基板の厚み  $t_2$  に対応した焦点制御に切り替えることを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 4 2】請求項 2 4～請求項 3 7 のいずれかの光ヘッド装置を具備する、請求項 4 0 または請求項 4 1 の光ディスク装置。

【請求項 4 3】請求項 2 4～請求項 3 7 のいずれかの光ヘッド装置を具備し、フォーカスエラー信号に対してある一定のしきい値を設けて、情報媒体に対し対物レンズを一定の方向に移動しながら、フォーカスエラー信号の大きさが前記一定のしきい値を越えたときに初めてフォーカスエラー信号が 0 になるように焦点合わせを行うことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 4 4】請求項 2 4～請求項 3 7 のいずれかの光ヘッド装置を具備した光ディスク装置の焦点合わせの方法であって、フォーカスエラー信号に対してある一定のしきい値を設けて、情報媒体に対し対物レンズを一定の方向に移動しながら、フォーカスエラー信号の大きさが前記一定のしきい値を越えたときに初めてフォーカスエラー信号が 0 になるように焦点合わせを行うことを特徴とする焦点合わせ方法。

【請求項 45】請求項 1～請求項 22 のいずれかの複合対物レンズと、接眼レンズを具備した顕微鏡。

【請求項 46】請求項 1～請求項 22 のいずれかの複合対物レンズと、撮像手段を具備した顕微鏡。

【請求項 47】請求項 45 または請求項 46 のいずれかの顕微鏡と、顕微鏡用の光源と、試料上に塗布した光感光性材料を露光するための露光用光源と露光手段と、フォトマスクと試料との位置合わせを行うための位置合わせ手段を具備した露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光学レンズに関するもの、及び、光ディスクあるいは光カードなど、光媒体もしくは光磁気媒体（情報媒体）上に記憶される情報の記録・再生あるいは消去を行う光ヘッド装置、光ディスク装置に関するもの、及び、光ディスクに関するもの、及び、光学顕微鏡及びこの光学顕微鏡を具備した露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】高密度・大容量の記憶媒体として、ピット状パターンを有する光ディスクを用いる光メモリ技術は、デジタルオーディオディスク、ビデオディスク、文書ファイルディスク、さらにはデータファイルと用途を拡張しつつ、実用化されてきている。微小に絞られた光ビームを介して光ディスクへの情報の記録再生が高い信頼性のもとに首尾よく遂行されるメカニズムは、ひとえにその光学系に因っている。その光学系の主要部である光ヘッド装置の基本的な機能は、回折限界の微小スポットを形成する集光性、前記光学系の焦点制御とトラッキング制御、及びピット信号の検出に大別される。これらは、目的、用途に応じて、各種の光学系ならびに光電変換検出方式の組合せによって現わされており、特に近年、光ピックアップヘッド装置を小型化、薄型化するために、ホログラムを用いた光ピックアップヘッド装置が開示されている。

【0003】図 49 に、我々が先に考案し特許出願した（特願平 3-46630）光ヘッド装置の構成図を従来例として示す。

【0004】図 49 において、2 は半導体レーザ等の放射光源である。この光源から出射した光ビーム 3（レーザ光）は、図 50 の（a）または（b）のように対物レンズ 4 と一体化されたブレース化ホログラム 105（以下単にホログラムと呼ぶ）を透過して、対物レンズ 4 に入射し、情報媒体 5 上に集光される。情報媒体 5 で反射した光ビームはもとの光路を逆にたどって（復路）、ホログラム 105 に入射する。このホログラム 105 から生じる復路の +1 次回折光 6 は光検出器 7 に入射する。光検出器 7 の出力を演算することによって、サーボ信号及び、情報信号を得ることができる。

【0005】ここで、ホログラム 105 がブレース化さ

れている理由は、放射光源 2 から情報媒体 5 へ至る往路においてホログラム 105 から発生する不要な回折光が、情報媒体 5 で反射して光検出器 7 に入射することを防ぐためである。

【0006】また本発明は光学顕微鏡にも係わるものである。従来用いられてきた光学顕微鏡の対物レンズはただ 1 つの焦点面を有するものであり焦点深度内しか観察できないものであった。

【0007】また本発明は露光装置にも係わるものである。半導体上に微細な回路を形成する工程などにおいて、半導体などの試料上に光感光性の材料を塗布してフォトマスクを通して露光する工程が必須である。本発明はこの露光工程において用いる露光装置にも係わる。例えば、III-IV 族化合物半導体を用いた高周波回路（III-IV compound microwave circuits）や光電変換素子（opto-electronic detectors）、固体レーザー（solid state lasers）などの製造工程において、予め試料の裏面に所定のパターンを形成し、このパターンとフォトマスクの相対位置を高精度で合わせて表面にパターンを転写する際に、従来は低倍率の焦点深度の深い顕微鏡で試料の裏面と表面を同時に観察して位置合わせを行っていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】近年、光学系設計技術の進歩と光源である半導体レーザの短波長化により、従来以上の高密度の記憶容量を持つ光ディスクの開発が進んでいる。高密度化のアプローチとしては、光ディスク上へ光ビームを微小に絞る集光光学系の光ディスク側開口数（NA）を大きくすることが検討されている。その際、問題となるのが光軸の傾き（いわゆるチルト）による収差の発生量の増大である。NA を大きくすると、チルトに対して発生する収差量が大きくなる。これを防ぐためには、光ディスクの基板の厚み（基材厚）を薄くすれば良い。図 51 は同一チルトの時に一定の収差量が発生する基材厚と NA の関係を示したものである。例えば NA=0.5、基板の厚み  $t_1=1.2\text{mm}$  の時と、同じ量のチルト許容度を得るためには、NA=0.6 の時には基板の厚み  $t_2=0.8\text{mm}$  にすれば良い。なお、本明細書中では、基板厚みとは光ディスク（または情報媒体）に光ビームの入射する面から情報記録面までの厚みを指す。

【0009】上記の理由から、高密度の光ディスクでは基板の厚みを薄くすることが望ましい。このため、既に市販されているコンパクトディスク（CD）を初めとした多くの在来光ディスクよりも次世代の高密度光ディスクの基板の厚みは薄くなると考えられる。当然、在来の光ディスクと次世代の高密度光ディスクの両方を記録再生できる光ディスク装置が必要になる。そのためには異なる基板の厚みの光ディスク上に回折限界まで光ビームを集光することのできる集光光学系を備えた光ヘッド

装置が必要である。

【0010】然るに、現在までに知られている光ヘッド装置はすべて特定の基板の厚みの光ディスクにたいして記録再生することしかできない。例えば従来例で挙げた光ヘッド装置も例外ではなく、基板の厚みが規定された範囲外（約±0.1mm以上違う）の光ディスクにたいしては球面収差等の収差が発生し、記録再生が不可能である。従って従来の技術では在来の光ディスクと次世代の高密度光ディスクの両方を記録再生できる光ディスク装置を実現できない、という課題があった。

【0011】そこで本発明では上記の課題に鑑み、透過光も十分な強度であるホログラムレンズを利用することによって、異なる基板の厚みの情報媒体（光ディスク）上に回折限界まで光ビームを集光することのできる集光光学系、異なる基板の厚みの光ディスクの記録再生を行うことのできる光ヘッド装置及び光ディスク装置を構成することを目的とする。

【0012】光学顕微鏡については、従来用いられてきた光学顕微鏡の対物レンズはただ1つの焦点面の焦点深度内しか観察できず、倍率と光軸方向の観察範囲がトレードオフの関係になっており、高倍率で光軸方向を広い範囲に渡って観察することが不可能であるという課題があった。

【0013】露光装置については、予め試料の裏面に所定のパターンを形成し、このパターンとフォトリソの相対位置を高精度で合わせて表面にパターンを転写する際に、従来は低倍率の焦点深度の深い顕微鏡で試料の裏面と表面を同時に観察して位置合わせを行っていたため、5μm以下の精度で位置合わせを行うことが不可能であるという課題がある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明では上述の課題を解決するため、対物レンズは、一組の屈折型対物レンズとホログラムレンズの組み合わせからなる複合対物レンズにおいて、前記ホログラムレンズは入射光をすべて回折するのではなく、その透過率（0次回折効率）が0ではないことを特徴とする複合対物レンズ、という構成にし、また、一組の屈折型対物レンズとホログラムレンズの組み合わせからなる複合対物レンズにおいて、前記屈折型対物レンズは前記ホログラムレンズの透過光を厚さ  $t_2$  の基板を持つ情報媒体の情報記録面上に回折限界まで光ビームを集光できるように設計されており、前記ホログラムレンズは前記ホログラムレンズから回折する+1次回折光が厚さ  $t_1$  の基板を持つ情報媒体の情報記録面上に回折限界まで光ビームを集光できるように設計されており、 $t_2 < t_1$  であることを特徴とする複合対物レンズ、という構成にするか、または、一組の屈折型対物レンズとホログラムレンズの組み合わせからなる複合対物レンズにおいて、前記屈折型対物レンズは前記ホログラムレンズの透過光を厚さ  $t_1$  の基板を持つ情報媒体

の情報記録面上に回折限界まで光ビームを集光できるように設計されており、前記ホログラムレンズは前記ホログラムレンズから回折する+1次回折光が厚さ  $t_2$  の基板を持つ情報媒体の情報記録面上に回折限界まで光ビームを集光できるように設計されており、 $t_2 < t_1$  であることを特徴とする複合対物レンズ、という構成にし、また、光ヘッド装置は、放射光源と、前記光源から出射される光ビームを受け情報媒体上へ微小スポットに収束する集光光学系と、前記情報媒体で反射、回折した光ビームを波面変換する手段と、前記波面変換手段で波面を変換された前記光ビームを受け光量に応じて電気信号を出力する光検出器からなる光ヘッド装置において、前記情報媒体近くに配置された対物レンズは上記のいずれかの複合対物レンズであり、前記波面変換手段と前記光検出器は唯一組のみを備えることを特徴とする光ヘッド装置、という構成にするか、または、放射光源と、前記光源から出射される光ビームを受け情報媒体上へ微小スポットに収束する集光光学系と、前記情報媒体で反射、回折した光ビームを波面変換する手段と、前記波面変換手段で波面を変換された前記光ビームを受け光量に応じて電気信号を出力する光検出器からなる光ヘッド装置において、前記情報媒体近くに配置された対物レンズは上記のいずれかの複合対物レンズであり、前記情報媒体で反射、回折した光ビームを前記放射光源の出射点とは異なる少なくとも2方向に分岐するビームスプリッターを具備し、前記波面変換手段と前記光検出器は少なくとも2組を具備することを特徴とする光ヘッド装置、という構成にするか、または、放射光源と、前記光源から出射される光ビームを受け情報媒体上へ微小スポットに収束する集光光学系と、前記情報媒体で反射、回折した光ビームを波面変換する手段と、前記波面変換手段で波面を変換された前記光ビームを受け光量に応じて電気信号を出力する光検出器からなる光ヘッド装置において、前記情報媒体近くに配置された対物レンズは上記のいずれかの複合対物レンズであり、前記情報媒体で反射、回折した前記光ビームの一部分を前記放射光源の出射点とは異なる方向に全反射し、残りを全透過するビームスプリッターを具備し、前記波面変換手段と前記光検出器は少なくとも2組を具備することを特徴とする光ヘッド装置という構成にし、また、情報媒体（光ディスク）は、情報記録面上に高密度（2ビット/μm<sup>2</sup>以上）の記録ビットAとコンパクトディスク（CD）程度の記録密度のビットBがあり、前記ビットBは基板の厚みが  $t_2$  であることを判別できる情報を持っており、ビットAのある部分、または、記録可能な部分は基板の厚みは  $t_2$ （0.4mm〜0.8mm程度）であるが、ビットBの形成されている領域は基板の厚みが  $t_1$ （約1.2mm）であることを特徴とする情報媒体（光ディスク）、という構成にするか、または、情報記録面上に高密度（2ビット/μm<sup>2</sup>以上）の記録ビットAとコンパクトディスク

11

(CD)以下の低記録密度のピットCがあり、前記ピットCは基板の厚みが $t_2$ であることを判別できる情報を持っており、ピットのある部分、または、記録可能な部分は基板の厚みがすべて $t_2$ (0.4mm~0.8mm程度)であることを特徴とする情報媒体(光ディスク)、という構成にし、また、光ディスク装置(または、光ディスクドライブ)は、情報媒体の2種の基板厚み $t_1$ と $t_2$ にそれぞれ対応する焦点制御手段とトラッキング制御手段と情報検出手段を具備する光ヘッド装置と、前記光ヘッド装置の移動手段と、情報媒体を回転させる回転手段とを設け、光ディスク装置に光ディスクをセットすると、まず上記の光ディスク(情報媒体)に基板の厚みを判別する情報を記録した位置、例えば最内周などに光ヘッド装置を動かし、次に、基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行い、トラッキング制御を行って情報信号を検出し、基板の厚みが $t_2$ であるという情報を認識したら、基板の厚み $t_2$ に対応した焦点制御を行うが、基板の厚みが $t_2$ であるという情報がなければ、そのまま基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行って再生し続けることを特徴とする光ディスク装置、という構成にするか、または、情報媒体の2種の基板厚み $t_1$ と $t_2$ にそれぞれ対応する焦点制御手段とトラッキング制御手段と情報検出手段を具備する光ヘッド装置と、前記光ヘッド装置の移動手段と、情報媒体を回転させる回転手段とを設け、光ディスク装置に光ディスクをセットすると、まず記録ピットが必ず存在するところ例えば最内周などに光ヘッド装置を動かし、次に、基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行い、トラッキング制御を行って情報信号を検出し、情報信号の振幅が一定値以上得られなかった場合には、基板の厚み $t_2$ に対応した焦点制御を行が、情報信号の振幅が一定値以上得られた場合には、そのまま基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行って再生し続けることを特徴とする光ディスク装置、という構成にし、光学顕微鏡については、前記のいずれかの複合対物レンズを具備した光学顕微鏡という構成にし、また、露光装置については前記の顕微鏡と、顕微鏡用の光源と、試料上に塗布した光感光性材料を露光するための露光用光源と露光手段と、フォトマスクと試料との位置合わせを行うための位置合わせ手段を具備した露光装置、という構成にする。

## 【0015】

【作用】上記手段を用いることにより、

(1)入射光の一部を回折するホログラムレンズと対物レンズを組み合わせることによって異なる基板厚( $t_1$ と $t_2$ )の光ディスク上にそれぞれ回折限界にまで集光される集光スポットを形成する事のできる2焦点レンズを実現できる。ホログラムレンズの回折効率 $100\%$ 未満であり、光ビームの透過光(0次回折光)も十分な強度を有するホログラムレンズと対物レンズを組み合わせ用いることによって、透過光の形成する集光ビーム

12

のサイドローブを低く抑えることができる。さらにホログラムレンズはブレース化することによって2焦点の光ビームを形成する透過光と+1次回折光の光量とを大きくすることができ、光の利用効率を高くできる。

(2)ホログラムレンズを凸レンズとして用いることにより、色収差が発生しなくなる。

(3)本発明の2焦点レンズを用いて光ヘッド装置を構成し、波面変換手段も光検出器も単一のものを共通に用いることにより、少ない部品点数で小型、軽量、低コストの光ヘッド装置でありながら、異なる基板の厚みの光ディスクの記録再生を一つの光ヘッド装置で行うことができる。

【0016】または、本発明の2焦点レンズを用いて光ヘッド装置を構成し、波面変換手段と光検出器を2組用いることにより、CDなど基板厚の厚い( $t_1$ )光ディスクは再生のみを行い、基板厚の薄い( $t_2$ )高密度光ディスクでは記録再生を行う光ディスク装置では、光の利用効率を高くすることができるので、S/N比の高い信号を得られ、安定な光ヘッド装置を得られる。

(4)高密度のピットのある部分、または、記録可能な部分は基板の厚みは $t_2$ (0.4mm~0.8mm程度)であるが、厚みを判別するためこの光ディスクの大半の部分では基板の厚みが $t_2$ であることを判別できる情報を持つピットの形成されている領域の基板の厚みは $t_1$ (約1.2mm)にする。これによって、初めに基板の厚み $t_1$ の部分の基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行って再生し、基板の厚みが $t_2$ であるという情報を認識したら、自動的に基板の厚み $t_2$ に対応した焦点制御を行うことができる。

(5)基板の厚みが $t_2$ であることを判別できる情報を持っている、CDよりも記録密度の低いすなわち大きなピットを光ディスクの一部に書き込んであり、基板の厚みは、ピットのあるところや記録可能なところは、情報媒体全面に渡って $t_2$ (0.4mm~0.8mm程度)とする。この光ディスクを記録再生する際には初めに基板の厚み $t_1$ の部分の基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行って再生する。当然大きな収差が発生するが、記録密度が非常に低いため記録を再生することができる。そして、基板の厚みが $t_2$ であるという情報を認識したら、自動的に基板の厚み $t_2$ に対応した焦点制御を行うことができるという効果がある。当然、初めに基板の厚み $t_1$ の部分の基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行って再生し、基板の厚みが $t_2$ であるという情報がなければ、そのまま基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行って再生し続けられれば良い。また、基板の厚みが一定であるため情報媒体の製造が容易で安価にでき、また、情報媒体を薄くできる。

(6)光ディスク装置に、基板の厚みを判別する情報を記録した位置、例えば最内周などに光ヘッドを動かして情報信号を検出し、基板の厚みが $t_2$ であるという情報

13

を認識したら、基板の厚み $t_2$ に対応した焦点制御を行い、また、基板の厚みが $t_2$ であるという情報がなければ、そのまま基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行って再生し続けるという手段をもたせる。高密度光ディスクが本発明の実施例のものである限り、迅速に且つ極めて正確に基板の厚みを判断することができ、2種の厚みの基板の光ディスクの記録再生を安定に行うことができる。

(7) 光ディスク装置において、例えば最内周などに光ヘッドを動かし、次に、基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行う。そしてトラッキング制御を行って情報信号を検出し、情報信号の振幅が一定値以上得られなかった場合には、自動的に基板の厚み $t_2$ に対応した焦点制御を行う。また、情報信号の振幅が一定値以上得られた場合には、そのまま基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行って再生し続ける。これによりすべての光ディスクの、基板の厚みを判断することができ、2種の厚みの基板の光ディスクの記録再生を安定に行うことができる。

(8) 本発明の顕微鏡用のレンズは、透過光も回折光も共に十分な強度を持つホログラムレンズを用いているので、2つの焦点面に対して、同時に焦点を合わせることができ、2つの平面内の像を同時に観察できるという効果を備える。

【0017】さらにホログラムレンズをブレイズ化することによって、2箇所に焦点合わせをする透過光と+1次回折光の光量を大きくすることができ、明るい像を得ることができる。

【0018】また、透過光と回折光でそれぞれ異なる厚みの基板を通して像を観察する場合は、基板の厚みの違いによって生じる収差をホログラムレンズによって補正し、最良の像を観察できるようにすることができる。

【0019】さらに、本発明の顕微鏡レンズと接眼レンズを組み合わせることによって、光軸方向の位置の異なる2平面上の鮮明な像を同時に観察することができるという効果を有する顕微鏡を構成できる。

(9) 本発明の2焦点顕微鏡用レンズまたはこの顕微鏡レンズを用いた2焦点顕微鏡を用いた露光装置は、予め試料の裏面に所定のパターンを形成し、このパターンとフォトマスクの相対位置を高精度で合わせて表面にパターンを転写する事ができるという効果を有する。本発明の露光装置では2焦点の顕微鏡を用いるので、焦点深度を深くする必要がなく、高倍率の顕微鏡を用いることができ、裏面と表面を同時に高倍率で観察して位置合わせを行い、 $5\mu\text{m}$ 以下の高精度で試料の裏面のパターンとフォトマスクの相対位置を合わせることができる。

【0020】

【実施例】以下図面を用いて本発明の実施例を説明する。図1は本発明の第1の実施例の構成図である。4は対物レンズ、107はホログラムレンズである。さらにホログラムレンズ107を図1の光軸方向から見た図を

14

図2に示す。ホログラムレンズ107は、光ビーム3に対して透明な基板9に形成されていて、格子パターン107aが同心円状であり、その中心すなわち光軸は対物レンズ4と組立誤差内で一致している。ホログラムレンズ107の+1次回折光の回折効率は100%未満であり、光ビーム3aの透過光(0次回折光)61aも十分な強度を有するように設計する。このためには、例えばホログラムレンズ107を図1に示したように凹凸形状によって作製する場合には(レリーフ型)凹凸の高さ $h$ を $h < \lambda / (n - 1)$ というように、より小さくする、すなわち格子部107aで光ビームに与える位相変化の振幅量を $2\pi$ よりも小さくすることによって容易に実現できる。ここで $\lambda$ は光ビーム3の波長、 $n$ は透明基板9の屈折率である。このようにホログラムレンズ107のどの位置においても透過光が十分な強度を持つようにすることによって、透過光の形成する集光ビームのサイドローブを低く抑えることができるという効果を有する。ここでサイドローブについて、図3を用いて説明する。図3は情報媒体上での集光スポットの光強度分布を示したものである。図3においてメインローブ380が記録再生に必要な光量であり、サイドローブ381は記録ビット形状や再生信号を劣化させる原因となる不要な光量である。

【0021】なお、さきに「集光」という言葉を用いたが、本願中では「集光」とは「発散光または平行光を回折限界の微小スポットにまで収束すること」と定義する。

【0022】さらにホログラムレンズ107は例えば図4に示したようにブレイズ化することによって後述のように2焦点の光ビームを形成する透過光と+1次回折光の光量とを大きくすることができ、光の利用効率を高くできるという効果がある。

【0023】本実施例では対物レンズ4は、開口数NAが0.6以上で、図1(a)に示すように、ホログラムレンズ107を回折されずに透過した光ビーム61が入射したときに、基板37の厚み( $t_2$ )の薄い光ディスク上に回折限界の集光スポットを形成できるよう設計されている。また、本実施例ではホログラムレンズ107の格子パターン107は対物レンズ4によって決まる開口よりも小さな径の中にだけ形成されている。従ってホログラムレンズ107の格子パターンの形成されていない部分107bでは回折が全く起こらず、高NAの集光スポット38aの光量が多くなるという効果がある。

【0024】なお、図2の格子パターン107aの0次回折光(透過光)の位相は格子パターン107aによって与えられる位相変調量の平均値となる。これに対して、格子パターンのない領域107bの透過光の位相を同じぐらいに合わせることで集光性能を向上させることが望ましい。そこで、例えば、図1のようにホログラムレンズ107aの格子パターンをレリーフ型にす



る場合は、図4に示すように、格子パターン部の凹凸の平均ぐらいのレベルに格子パターンのない領域107bの表面の高さを合わせる。特に、図5の様な断面形状を2回のエッチング（エッチング深さ $h_1$ と $h_2$ ）によって作製し、ブレイズ化を実現する場合には、周辺部を1回だけ（深さ $h_1$ または $h_2$ のいずれか一方だけ）エッチングする事により、格子パターン107aと格子パターンのない領域107bの透過光の位相をほぼ同じぐらいに合わせる事によって集光性能を向上させることができるという効果を得ることができる。

【0025】なお、図5に示したような階段状の断面形状は、図5(F)に波線で示した断面形状を近似した形状であると考えることができる。従って、透過光の光量が十分であるようにするためには、波線の形状の高さ $h$ を $h < \lambda / (n-1)$ というように、より小さくする、すなわち格子部で光ビームに与える位相変化の振幅量を $2\pi$ よりも小さくすることによって容易に実現できる。ここで $\lambda$ は光ビームの波長、 $n$ は透明基板の屈折率である。特にN段の等段差の階段状の断面形状の場合は1段当たりの段差を $\lambda / ((n-1) \cdot N)$ とするなど、位相変調量を1段当たり $2\pi / N$ ラジアン未満とする。

【0026】次に、図1の(b)は、本発明によって低NAで基板37の厚い（厚さ $t_1$ ）情報媒体5上に回折限界に集光スポット38bを集光できることを示す。ホログラムレンズ107で回折された+1次回折光64は対物レンズ4によって情報媒体5上に集光される。ここで+1次回折光64は厚さ $t_1$ の基板37を通して回折限界まで絞れるように収差補正を施されている。このような収差補正作用を有するホログラムレンズ107の設計方法は、例えば、集光スポット38bから発散する球面波が厚さ $t_1$ の基板37を透過後、対物レンズ4を透過し、ホログラムレンズ107を形成している透明基板9を透過した光ビームと、図1(b)の光ビーム3の位相の正負を反転した光ビームの干渉パターン（ホログラムレンズの格子パターン107a）を計算すればよい。そしてコンピューター・ジェネレイティッド・ホログラム（CGH）の手法などによって容易にホログラムレンズ107を作製できる。

【0027】このように入射光の一部を回折するホログラム107と対物レンズ4を組み合わせることによって異なる基板厚（ $t_1$ と $t_2$ ）の光ディスク上にそれぞれ回折限界にまで集光される集光スポットを形成する事のできる2焦点レンズを実現できるという効果を有することが本発明の特徴である。

【0028】ここで、ホログラムレンズ107はレンズ作用を有するので2つの焦点の光軸方向の位置は異なり、一方の焦点スポットで情報の記録再生をしているときは他方の焦点を集光点とする光ビームは大きく広がっており光強度が小さく記録再生には影響を与えない。例えば、図1(a)のように情報媒体51に対して集光ス

ポット38aが合焦点位置にあるときは+1次回折光64は情報媒体51の情報記録面上では大きく広がっており記録再生には影響を与えない。図1(b)の場合もまた同様である。この2つの焦点位置の差は、一方の焦点スポットで情報の記録再生をしているときに他方の焦点を集光点とする光ビームが大きく広がって光強度が小さく記録再生に影響を与えない様にするためには、 $50\mu\text{m}$ 以上でなるべく大きくすることが望ましい。また、コンパクトディスク（CD）やレーザディスク（LD）などの基板厚 $t_1$ が1.2mm程度で、高密度光ディスクの基板厚 $t_2$ は0.4mm~0.8mmが適当と考えられることから、対物レンズのフォーカスサーボ動作を担うアクチュエータの可動範囲を考えて、2焦点位置の差は $t_1$ と $t_2$ の差0.8mm程度を大きく越えないことが望ましい。従って、図1の様に高NAで薄い基板に対応した集光スポット38aの焦点距離を短くする場合、2焦点位置の差は $50\mu\text{m}$ 以上1mm以下にする。ここで、図1の様に低NAで厚い基板に対応した集光スポット38bの焦点距離を短くする、すなわちホログラムレンズ107を凹レンズとして用いると、2焦点間距離の差を1mm程度まで大きくすることができ、一方の焦点スポットで情報の記録再生をしているときに他方の焦点を集光点とする光ビームを大きく広げて光強度を小さくでき、記録再生に影響を全く与えない様にできるという効果を有する。

【0029】なお本実施例において、ホログラムレンズ107を凸レンズ型に設計することも可能である。この場合は2焦点位置の差は対物レンズのフォーカスサーボ動作を担うアクチュエータの可動範囲を考えて、0.5mm以下にする必要がある。しかし、次に説明するように色収差が発生しなくなるという効果がある。

【0030】波長が $\lambda_0$ の時のホログラムレンズ107の焦点距離を $f_{hoe0}$ とすると、波長が $\lambda_1$ の時の焦点距離 $f_{hoe1}$ は

$$f_{hoe1} = f_{hoe0} \times \lambda_0 / \lambda_1 \dots (1) \text{となる。}$$

また屈折型の対物レンズ4の屈折率を $n(\lambda)$ 、焦点距離を $f(\lambda)$ とすると

$$f(\lambda_1) = f(\lambda_0) \times (n(\lambda_0) - 1) / (n(\lambda_1) - 1) \dots (2) \text{となる。}$$

【0031】式(1)と式(2)より

$$\lambda_1 / (f_{hoe1} \times \lambda_0) + (n(\lambda_1) - 2) / (f(\lambda_0) \times (n(\lambda_0) - 1)) = 1 / f_{hoe0} + 1 / f(\lambda_0) \dots (3) \text{とすることによって色収差の補正いわゆる色収差補正を行うことができる。}$$

ここで波長が長くなると式(1)では焦点距離が短くなり、また、式(2)では焦点距離が長くなるため、 $f_{hoe1}$ と $f(\lambda_0)$ の正負を同じにして式(3)を満たすように選べば色消しができるのである。また、式(3)が厳密に成り立たなくとも、色収差は大幅に軽減されるという効果がある。

【0032】このようにホログラムは回折素子であるため、ホログラムを用いて構成したホログラムレンズの焦点距離の波長依存性は屈折率型のレンズとは逆になり、正のパワーを持ったホログラムレンズと屈折率レンズどうしまたは、負のパワーを持ったホログラムレンズと屈折率レンズどうしを組み合わせることによって色消しを実現できるため、レンズの曲率が比較的小さくすむ上に、ホログラムレンズは平面型の素子のため、軽量で量産性にも優れているというように、非常に多くの利点がある。上記の色消しの原理については、例えば、文献1—D.Faklis and M.Morris(1991)Photonics Spectra November 205 & December 131 (ディー、ファクリスとエム、モリス (1991) フォトニクス スペクトラ 11月号 205 ページ及び 12月号 131 ページ)、文献2—M.A.Gan et al.(1991)SPIE Vol.1507 p116 (エム、エイ、ガン他 (1991) エス、ピー、アイ、イー 1507 巻 116 ページ)、文献3—P.Twardowski and P.Meirueis(1991)SPIE Vol.1507p55 (ピー、トワードウスキとピー、メイルエイス (1991) エス、ピー、アイ、イー 1507 巻 55 ページ) などにおいて発表されている。

【0033】ホログラムレンズ107の回折効率については前記の通り、+1次回折光の回折効率は100%未満であり、透過光(0次回折光)も十分な強度を有するように設計する。例えば、再生専用の光ディスク装置用に本発明の2焦点レンズを用いる場合は+1次回折光の回折効率を30%~70%程度にする、こうすることによってCDなど基板厚の厚い(t1)光ディスクも、基板厚の薄い(t2)高密度光ディスクも同じ程度の光量を用いて情報再生を行うことができるという効果がある。逆にいえば光源の出力を節約することができるという効果がある。また、CDなど基板厚の厚い(t1)光ディスクは再生のみ行い、基板厚の薄い(t2)高密度光ディスクでは記録再生を行う光ディスク装置用に本発明の2焦点レンズを用いる場合は+1次回折光の回折効率を30%以下にする、こうすることによって、ホログラムレンズの透過率(0次回折光の回折効率)が大きい、ため、基板厚の薄い(t2)高密度光ディスクに情報記録を行う際の情報媒体(光ディスク)上への光の利用効率を高くすることができるという効果がある。逆にいえば記録時の光源出力を節約することができるという効果がある。

【0034】図6は本発明の第2の実施例を示す。108はホログラムレンズである。本実施例は以下の点が第1の実施例とは異なる特徴である。本実施例ではホログラムレンズの格子パターン108aを対物レンズ4によって決まる開口と同じぐらいか、または、より大きな径で形成し、内周部では回折効率を高く、また、外周部では+1次の回折効率を漸次低くする。このためには、例えばホログラムレンズ108を図6に示したように凹凸

形状によって作製する(レリーフ型の)場合には凹凸の高さhを外周部ではだんだんと低くしたり、または、ホログラムレンズ108の断面形状を図5に示すように階段上の断面形状にして、内周部では(A)のように $a > b$ とすることによって大きな傾斜角を近似し、外周部では(B)のように $a < b$ とすることによって小さな傾斜角を近似する。このように内周部では回折効率を高く、また、外周部では+1次の回折効率を漸次低くすることによってホログラムレンズ108の外周部では回折があまり起こらず、高NAの集光スポット38aの光量が多くなるという効果がある。さらに、入射光ビーム3のファースフィールドパターン(FFP)が図7の(a)のようなガウス分布をしているときに外周部から中心部に向かって少しずつ多くの光量を回折することにより、透過光61のFFPが図7の(b)の様になめらかなものになる。従って、図3を用いて先に説明したサイドローブ381はより一層少なく抑えることができ、本実施例のレンズを用いて構成した光ヘッド装置では記録再生を劣化なく行うことができるという効果がある。

【0035】また、ホログラムレンズ108の断面形状を内周部では図5の(c)の様に $a = b$ として、必要な回折光(0次回折光と+1次回折光)の光量を大きくできるという効果を得て、かつ、外周部では図5の(B)の様に $a < b$ として、上記と同様の効果を得ることもできる。

【0036】外周部については、 $a < b$ としてaを外周部ほどだんだんと小さくし、aが作製困難な程細く(1 $\mu$ m程度)になったところで図5の(D)の様に2段の階段状断面形状にし、さらに外周部については、(E)の様に $b_1 < b_2$ として、 $b_2$ をだんだんと小さくしてゆくことによって、同様の効果を得ることができる。

【0037】もちろん、本実施例においても入射光の一部を回折するホログラムレンズ108と対物レンズ4を組み合わせることによって異なる基板厚(t1とt2)の光ディスク上にそれぞれ回折限界にまで集光される集光スポットを形成する事のできる2焦点レンズを実現できるという効果を有する。

【0038】ホログラムレンズ108の回折効率については前記の通り、+1次回折光の回折効率は100%未満であり、透過光(0次回折光)も十分な強度を有するように設計する。例えば、再生専用の光ディスク装置用に本発明の2焦点レンズを用いる場合は+1次回折光の回折効率を30%~70%程度にする、こうすることによってCDなど基板厚の厚い(t1)光ディスクも、基板厚の薄い(t2)高密度光ディスクも同じ程度の光量を用いて情報再生を行うことができるという効果がある。逆にいえば光源の出力を節約することができるという効果がある。また、CDなど基板厚の厚い(t1)光ディスクは再生のみ行い、基板厚の薄い(t2)高密度光ディスクでは記録再生を行う光ディスク装置用に本発

明の2焦点レンズを用いる場合は+1次回折光の回折効率を30%以下にする、こうすることによって、ホログラムレンズの透過率(0次回折光の回折効率)が大きいため、基板厚の薄い(t2)高密度光ディスクに情報記録を行う際の情報媒体(光ディスク)上への光の利用効率を高くすることができるという効果がある。逆にいえば記録時の光源出力を節約することができるという効果がある。

【0039】なお、本実施例のように基板厚t1に対応してホログラムレンズから発生する+1次回折光が回折限界まで集光できるように設計する場合、開口数NAが小さい分、+1次回折光の光量が少なくなる。しかしながら+1次回折光の回折効率をあまり高くすると、基板厚t2に対応した光ビームである透過光の内周部の光量が大きく減少するために、基板厚t2に対応した光ビームの集光スポットのサイドローブがやや大きくなる可能性がある。そこで、光源として半導体レーザを用いる場合などは、光ビームが外周部ほど光強度の減る、いわゆるガウシアン分布をしていることを利用する。図8

(a)の様に、より強度の低い外周部まで対物レンズ開口内に取り込む、すなわち、光源側の開口数NAを大きくする。そして、+1次回折光の回折効率を図8(b)の様に高くする。このような構成にすることにより、対物レンズ内へ取り込んで利用できる光量が多くなる上に、基板厚t1に対応して集光できる光スポットの光量を大きくできるという効果を得ることができる。しかも、元々周辺部の光量が弱いため、+1次回折光の回折効率を高くすると透過光の光量は図8(c)の様に均一な分布に近くなり集光スポットのサイドローブは低く抑えることができるという効果もある。

【0040】さらに、図9に示すように、ホログラムレンズ111の内周部にはホログラムレンズの格子パターン107a(または108a)を設けて、外周部には111a~d等のように透過率をコントロールするための回折領域を設けても良い。このようにすることにより、透過光の外周部が必要以上に大きくなることを防止することができ、集光スポットのサイドローブはより低く抑えることができるという効果を得ることができる。ここで、透過率修正領域111a~dの格子の方向をすべて異なる方向にして、例えば回折領域111aで回折した光が対物レンズ4で集光されて情報媒体によって反射され、回折領域111cに入射したときに光軸と平行な方向に回折されなぬようにする事ができる。これによって、透過率修正領域の回折光が光軸上に迷光として混入する事を防ぐことができるという効果を得ることができる。

【0041】第3の実施例を図10を用いて説明する。本実施例では図10(a)の様にホログラムレンズ109によって回折した+1次回折光66が基板37の厚みt2の薄い情報媒体51に対して回折限界まで集光でき

るように設計されている。そして対物レンズ4は、図10(b)のように透過光61が入射したときに、基板37の厚み(t1)の厚い光ディスク上に回折限界の集光スポットを形成できるよう設計されている。このような収差補正作用を持つホログラムレンズ109の設計方法は、例えば、集光スポット38aから発散する球面波が厚さt1の基板37を透過後、対物レンズ4を透過し、ホログラムレンズ109を形成している透明基板9を透過した光ビームと、図10(a)の光ビーム3の位相の正負を反転した光ビームの干渉パターンを計算すればよい。そしてCGHの手法などによって容易にホログラムレンズ109を作製できる。さらに、集光スポット38aが集光スポット38bよりも対物レンズ側に十分近いときには、ホログラムレンズ109は図10(a)に示したように、凸レンズ作用を持つように設計する。本実施例ではホログラムレンズ109が凸レンズ作用を持ちその+1次回折光66を対物レンズ4により集光して高NAの集光スポット38aを得る構成であるため対物レンズの曲率を余り大きくしなくて良い、または、高屈折率の硝材を用いなくても良いという効果を有する。また、2焦点間距離の差を1mm程度まで大きくすることができ、一方の焦点スポットで情報の記録再生をしているときに他方の焦点を集光点とする光ビームを大きく広げて光強度を小さくでき、記録再生に影響を全く与えない様にできるという効果を有する。さらにホログラムレンズ109を凸レンズとして用いるので、前述した通り、色収差が発生しなくなるという効果がある。

【0042】すなわち、ホログラムは回折素子であるため、ホログラムを用いて構成したホログラムレンズの焦点距離の波長依存性は屈折率型のレンズとは逆になり、正のパワーを持ったホログラムレンズと屈折率レンズどうしを組み合わせることによって色消しを実現できるため、レンズの曲率が比較的小さくてすむ上に、ホログラムレンズは平面型の素子のため、軽量で量産性にも優れているというように、非常に多くの効果がある。

【0043】ホログラムレンズ109の回折効率についてはホログラムレンズ107やホログラムレンズ108と同様に、+1次回折光の回折率は100%未満であり、透過光(0次回折光)も十分な強度を有するように設計する。例えば、再生専用の光ディスク装置用に本発明の2焦点レンズを用いる場合は+1次回折光の回折効率を30%~70%程度にする、こうすることによってCDなど基板厚の厚い(t1)光ディスクも、基板厚の薄い(t2)高密度光ディスクも同じ程度の光量を用いて情報再生を行うことができるという効果がある。逆にいえば光源の出力を節約することができるという効果がある。また、CDなど基板厚の厚い(t1)光ディスクは再生のみ行い、基板厚の薄い(t2)高密度光ディスクでは記録再生を行う光ディスク装置用に本発明の2焦点レンズを用いる場合は+1次回折光の回折効率を7

0%以上にする、こうすることによって、ホログラムレンズ109の+1次回折光の回折効率が大きい、基板厚の薄い(t2)高密度光ディスクに情報記録を行う際の情報媒体(光ディスク)上への光の利用効率を高くすることができるという効果がある。逆にいえば光源の出力を節約することができるという効果がある。

【0044】さらに、外周部では回折効率を高く、また、内周部では+1次の回折効率を漸次低くすることにより高密度光ディスクに対して記録再生を行うための光量をより多くすることができる。このためには、例えばホログラムレンズ109を図10に示したように凹凸形状によって作製する(レリーフ型の)場合には凹凸の高さhを内周部ではだんだんと低くしたり、または、ホログラムレンズ109の断面形状を図5に示すように階段上の断面形状にして、外周部では(A)のように $a > b$ とすることによって大きな傾斜角を近似し、内周部では(B)のように $a < b$ とすることによって小さな傾斜角を近似する。このように外周部では回折効率を高く、また、内周部では+1次の回折効率を漸次低くすることによってホログラムレンズ109の内周部では回折があまり起こらず、高NAの集光スポット38aの光量が多くなるという効果がある。さらに、入射光ビーム3のファースフィールドパターン(FFP)がガウス分布をしているときに外周部から中心部に向かって少しずつ多くの光量を回折することにより、回折光66のFFPがなめらかなものになる。従って、図3を用いて先に説明したサイドローブ381はより一層少なく抑えることができ、本実施例のレンズを用いて構成した光ヘッド装置では記録再生を劣化なく行うことができるという効果がある。

【0045】また、ホログラムレンズ109の断面形状を外周部では図5の(c)の様に $a = b$ として、必要な回折光(0次回折光と+1次回折光)の光量を大きくできるという効果を得て、かつ、内周部では図5の(B)の様に $a < b$ として、上記と同様の効果を得ることもできる。

【0046】内周部については、 $a < b$ としてaを内周部ほどだんだんと小さくし、aが作製困難な程細く(1μm程度)になったところで図5の(D)の様に2段の階段状断面形状にし、さらに内周部については、(E)の様に $b_1 < b_2$ として、 $b_2$ をだんだんと小さくしてゆくことによって、同様の効果を得ることができる。

【0047】なお、本実施例のように基板厚t1に対応してホログラムレンズを透過する0次回折光が回折限界まで集光できるように設計する場合、開口数NAが小さい分、透過光量が少なくなる。しかしながら0次回折光の回折効率(透過率)をあまり高くすると、基板厚t2に対応した光ビームである+1次回折光の内周部の光量が大きく減少するために、基板厚t2に対応した光ビームの集光スポットのサイドローブがやや大きくなる可能性がある。そこで、光源として半導体レーザを用いる場

合などは、光ビームが外周部ほど光強度の減る、いわゆるガウス分布をしていることを利用する。図11

(a)の様に、より強度の低い外周部まで対物レンズ開口内に取り込む、すなわち、光源側の開口数NAを大きくする。そして、透過率を図11(b)の様に高くする。このような構成にすることにより、対物レンズ内へ取り込んで利用できる光量が多くなる上に、基板厚t1に対応して集光できる光スポットの光量が大きくできるという効果を得ることができる。しかも、元々周辺部の光量が弱いので、透過率を高くすると+1次回折光の光量は図11(c)の様に均一な分布に近くなり集光スポットのサイドローブは低く抑えることができるという効果もある。

【0048】もちろん、本実施例においても入射光の一部を回折するホログラム109と対物レンズ4を組み合わせることによって異なる基板厚(t1とt2)の光ディスク上にそれぞれ回折限界にまで集光される集光スポットを形成する事のできる2焦点レンズを実現できるという効果を有する。

【0049】なお、以上の実施例ではホログラムレンズはレリーフ型として説明してきたが、特開昭61-189504や、特開昭63-241735にも開示されているように、ニオブ酸リチウム基板の一部をプロトン交換したり、液晶セルを利用しても同様に位相変調型のホログラムレンズを作製することができる。

【0050】また、以上の実施例ではホログラムレンズの格子パターンを対物レンズの反対側に形成する事例を例示した。ホログラムレンズの格子パターンを対物レンズの反対側に形成することにより、ホログラムレンズ表面の反射光が迷光として、帰還する事を避けることができるという効果がある。即ち、ホログラムレンズの形成された側に入射した光はこの面で反射される際には同時に回折を受けるので光が散乱される。そして透過光も回折を受けているので他の面で反射される光量は少ない上に、再びホログラムレンズ表面を透過される際に回折を受けて散乱されるのである。

【0051】但し、反射防止膜を施したり、ホログラムレンズに平面波を入射させないようにすることによって、ホログラムレンズの格子パターンを対物レンズに近い側に形成することも可能である。例えば図1ではホログラムレンズ107の格子パターン107aを対物レンズ4に近い側に形成する。このような構成にすることにより、格子パターンを設計する際に、透明基板9による屈折の効果を考慮する必要がないため、設計が簡単になるという効果を得ることができる。勿論ホログラムレンズは108または111や109でも同様である。

【0052】これまで示した第1から第3の実施例までの2焦点レンズはすべて、対物レンズとホログラムレンズの組み合わせより構成されている。そこで、図50でホログラム105と対物レンズ4を一体化したのと同様

に、第4の実施例として、本発明においてもホログラムレンズ107~109または111のいずれかと対物レンズ4を、図12(a)に示すようにパッケージ化手段210を用いて連結したり、対物レンズ4上にホログラムレンズの格子パターンを直接作製したりすることにより一体化しても良い。こうすることによって、ホログラムレンズと対物レンズの光軸ずれを小さくすることができ、ホログラムレンズの+1次回折光の軸外収差をより小さくできるという効果がある。

【0053】さらにまた、第5の実施例として、図12(b)に示したように、ホログラムレンズ107~109または111のいずれかの格子パターンを対物レンズ4の情報媒体(光ディスク)側に形成しても良い。このような構成にすると、対物レンズは情報媒体(光ディスク)側の方が曲率が小さく平面にすることも可能であるためホログラムレンズ107~109または111のいずれかを容易に低コストで形成できるという効果がある。

【0054】但し、逆に、設計上ホログラムレンズが光軸に対して傾くと収差が発生するような場合は、ホログラムレンズと放射光源2とを同一基台上に固定する方法で位置関係を固定することにより、ホログラムレンズの光軸に対する収差を抑圧することができるという効果を得ることもまた可能である。

【0055】第6の実施例として第1から第5の実施例で示した2焦点レンズを用いて構成した光ヘッド装置を図13~図20を用いて説明する。なお、図13~図18までの図面に挿入されているx y z軸はすべて共通である。

【0056】図13において、2は半導体レーザなどの放射光源である。この放射光源2から出射した光ビーム3はコリメートレンズ(122)によって略平行光になり、ビームスプリッター36を透過してホログラムレンズ107と対物レンズ4に入射し、情報媒体5上または情報媒体51上に集光される。情報媒体5または51で反射した光ビームはもとの光路を逆にたどって、透過光61は実線で示したようにホログラムレンズ107を再び透過し、また、+1次回折光64が点線のようにホログラムレンズ107で再び+1次回折光として回折し、どちらも初めにビームスプリッター36を通ったときと同じ光路を通過してビームスプリッター36で反射され、収束レンズ(121)によって集光され、ホログラム103などの波面変換手段によってフォーカスサーボ信号やトラッキングエラー信号を得ることができるように波面を変換された後に光検出器7に入射する。光検出器7の出力を演算することによって、サーボ信号(フォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号)及び、情報信号を得ることができる。ここで対物レンズ4は駆動手段110によって高速で動かす必要があるが、実施例4や

$$FE = (S1 + S3 - S2) - (S4 + S6 - S5) \dots (4)$$

実施例5のようにホログラムレンズを対物レンズに一体化してもホログラムレンズ107は平面型の光学素子であるため軽量(数10ミリグラム以下)であるので、ホログラムレンズ107と対物レンズ4を組み合わせて用いて駆動手段110によって一体駆動することができる。また、図12に示したように対物レンズ4に直接ホログラムレンズ107を一体成形することにより、一層の軽量化と低コスト化を図ることもできる。本実施例では、初めにホログラムレンズ107を光ビーム3が通過する際に透過した透過光61がホログラムレンズ107を再び透過した光ビームと、初めにホログラムレンズ107を光ビーム3が通過する際に回折した+1次回折光64がホログラムレンズ107で再び回折した+1次回折光が、初めにビームスプリッター36を通ったときと同じ光路を通過してビームスプリッター36で反射され、収束レンズ(121)によって集光された光ビームを用いてサーボ信号の検出を行う。従って、2焦点から反射してきた光ビームの光検出器側での集光点39は放射光源2の出射点と鏡像関係にある点で一致する。このため、ホログラム103などのサーボ信号検出手段も光検出器7も単一のものを共通に用いることができ、少ない部品点数で小型、軽量、低コストの光ヘッド装置でありながら、異なる基板の厚みの光ディスクの記録再生を一つの光ヘッド装置で、行うことができるという効果を有する。

【0057】次に、サーボ信号の検出方法について説明する。まず、ホログラム103の実施例を図14に模式的に示す。ここではフォーカスサーボ信号の検出方式の一例として、スポットサイズディテクション法(SSD法)を用いる場合について説明する。SSD法は特開平2-185722号公報にも開示されているように光ヘッド装置の組み立て許容誤差を著しく緩和できる上に波長変動に対しても安定にサーボ信号を得ることのできる検出方法である。

【0058】SSD法を実現するためには、ホログラム103から発生する回折光が曲率の異なる2種類の球面波となるように設計する。図15は図13の一部分であり、コリメートレンズ(122)から光検出器7までを拡大して示したものである。ホログラム103の格子パターンは例えば図15において光検出器7の平面の前側bに焦点を持つ球面波と、集光点39から発散する球面波の干渉縞として、実際に2光束干渉法を用いて干渉縞を記録したり、計算機ホログラム(CGH)の手法を用いて干渉縞を構成する。そして、図16に示すように共役な回折光である+1次と-1次の回折光の回折光64と65を光検出器7上に形成した6分割光検出器S1からS6によって受光する。ここで(b)がジャストフォーカス状態であり、(a)、(c)がデフォーカス状態を表す。従って、フォーカスエラー信号FEは、

という演算によって得られる。

【0059】なお、前に、ホログラム103から発生する回折光が曲率の異なる2種類の球面波となるように設計する、と述べたが、図16からもわかるようにSSD法は回折光のY方向の形状変化を利用しているので、2つの光ビームは所定の方向の1次元の焦点位置がそれぞれ光検出器の前側と後ろ側であればよく、球面波には限らない。例えば非点収差を含むものであっても構わない。

【0060】また、情報媒体51の上の集光スポットとトラック溝の相対位置変化によるホログラム上での光量分布変化をトラッキングエラー信号TEとして取り出すために、図14に示すようにさらに別の回折領域153や154をホログラムパターン150上に設けてもよい。そして図17のように、フォーカスエラー信号検出用の光検出領域の両側にトラッキングエラー信号検出用の光検出領域72を設けて、図18に示すように、この回折領域153や154からのトラッキングエラー信号検出用回折光163をトラッキングエラー信号検出用光検出領域72によって受光し式(5)に示す演算によってトラッキングエラー信号TEを得ることができる。

【0061】

$$TE = S7 - S8 - S9 + S10 \quad \dots (5)$$

このように、ホログラム103に波面変換及び分割作用を付加することによりサーボ信号発生用光学素子(波面変換手段)として用いることによって、光ヘッド装置の部品点数を削減できるので、軽量化、製造工程数の削減、信頼性の向上、低コスト化などの効果を得ることができる。

【0062】また、フォーカスサーボ信号の検出方法としていわゆる非点収差法を用いる例を図19を用いて説明する。図19において130は平行平板などの非点収差発生手段である。本実施例はフォーカスサーボ信号の検出方法としていわゆる非点収差法を用いることを除いてはおおよそ図13の構成と同じである。図19において光ビーム41はほぼ球面波であり、かつ、平行平板130を透過するので非点収差を持つ。そして、図20に示すような4分割光検出器S1からS4によって光ビーム41を受光する。ここで(b)がジャストフォーカス状態であり、(a)、(c)がデフォーカス状態を表す。従って、フォーカスエラー信号FEは、 $FE = (S1 + S4) - (S2 + S3) \dots (6)$ という演算によって得られる。なお、式(6)のS1～S4は式(4)のS1～S4とは無関係である。

【0063】また、情報媒体5のタンジェンシャル(溝の伸延方向)とラジアル方向に対応する方向が図20に示した方向であるとき、情報媒体5の上の集光スポットとトラック溝の相対位置変化によるホログラム上での光量分布変化を利用して、式(7)に示す演算によってトラッキングエラー信号TEを得ることができる。

【0064】

$$TE = S1 + S3 - (S2 + S4) \quad \dots (7)$$

なお、式(7)のS1～S4も式(4)のS1～S4とは無関係である。

【0065】また、式(6)の結果を基にいわゆる位相差法を行ってトラッキングエラー信号を得ることもできる。

【0066】なお、本実施例は、FE信号検出をSSD法で行う場合と非点収差法で行う場合について、ホログラムレンズを107として説明を行ったが、これをホログラムレンズ108または111、ホログラムレンズ109に代えても同様の構成で光ヘッドを構成できることは自明であり、やはり少ない部品点数で小型、軽量、低コストの光ヘッド装置でありながら、異なる基板の厚みの光ディスクの記録再生を一つの光ヘッド装置で、行うことができるという効果を有する。

【0067】また、ホログラムレンズを本実施例のように平行光束中に設ける場合はホログラムレンズからの反射光が迷光になる恐れもあるが、無反射コートティングをしたり、図21に示すように、ホログラムレンズ107を少し(1°程度)傾けることによりこの迷光が光検出器71に入射することを避けることができるという効果がある。なお、図21に示したように、非点収差発生手段としてはシリンドリカルレンズ131を用いてもよい。シリンドリカルレンズ131は収束レンズ121と一体成型することにより、コストダウンを図るという効果を得ることも可能である。

【0068】また、光の利用効率を向上させ、信号のS/N比を向上させるためには図22に示すように、偏光ビームスプリッター42と1/4波長板15を用い、放射光源2の偏光方向が偏光ビームスプリッター42を全透過する方向に設定すれば良い。よく知られているようにこのような構成によって、放射光源2から出射した光ビーム3は偏光ビームスプリッター42をすべて透過して情報媒体5(または51)に達し、反射して、再び偏光ビームスプリッター42に入射して、今度は全反射される。

【0069】さらに、図23の様にホログラムレンズ107と対物レンズ4の間に1/4波長板15を設ける構成にすることにより、ホログラムレンズ107からの反射光が光検出器71に入射しないようにすることもできる。図23の構成ではホログラムレンズ107の反射光は偏光ビームスプリッター42を全透過するため、光検出器71に入射せず、迷光にならないという効果がある。

【0070】さらに、図24の様にくさび型プリズム35等のビーム整形手段を用いて、光の利用効率を向上させることもできる。

【0071】本発明では、情報記録面上に集光されて情報を読みとった光の一部は光検出器上で大きく広がる。

例えば、ホログラムレンズ107を用いた本発明の光ヘッド装置で情報媒体51（基板の厚みが $t_2$ の時）の再生を行うとき、情報記録面上に集光されて情報を読みとった光がホログラムレンズ107を透過した光を用いてサーボ信号や情報信号を読み出す。ここで、情報記録面上に集光されて情報を読みとった光がホログラムレンズ107で回折された光は図25に示した1次回折光430の様に大きく広がる。そこで、光検出器75の周囲に大きな（1mm角以上）光検出器75cを設けて、これらの光を受光し、光検出器75の出力と、光検出器75cの出力の和を情報信号とすることにより、S/Nを向上し、また、周波数特性の向上を図ることもできるという効果を得ることができる。

【0072】さらに、本発明の光ヘッド装置で、焦点合わせ（focusing）を行う実施例を示す。本発明の光ヘッド装置のうちホログラムレンズ107または108または111を用いた実施例では、フォーカスエラー（FE）信号は図26に示したようになる。即ち、基板の厚み $t_2$ に対して集光する光はNAが大きいため光量も多く、他の光によってできる不要なFE信号より十分大きい。そこで、焦点合わせを行うためには、まず、対物レンズ4を情報媒体51の遠いところから近づけてゆき、FE信号があるしきい値をこえたら、フォーカスサーボループをONにして、FE=0になるように焦点合わせを行う。また、基板の厚み $t_1$ に対して集光する光はNAが小さいため光量も少く、他の光によってできる不要なFE信号が大きいが、対物レンズ4が情報媒体5の近いところに発生する。そこで、焦点合わせを行うためには、やはり、対物レンズ4を情報媒体5の遠いところから近づけてゆき、FE信号があるしきい値をこえたら、フォーカスサーボループをONにして、FE=0になるように焦点合わせを行う。このように、対物レンズ4を情報媒体の遠いところから近づけてゆき、FE信号があるしきい値をこえたら、フォーカスサーボループをONにして、FE=0になるように焦点合わせを行うことにより、情報媒体の基板厚が $t_1$ であろうと $t_2$ であろうと、しきい値を変えるかオートゲインコントロール（AGC：光検出器上の全光量でFE信号を規格化する）を行うことにより共通の手順で焦点合わせを行うことができ、回路系のコストを低くすることができるという効果を得ることができる。

【0073】なお、ホログラムレンズとして109を用いる場合は、FE信号が、対物レンズ4と情報媒体の「遠い」と「近い」が逆の特性になるので、対物レンズ4を情報媒体の近いところから遠ざけてゆき、FE信号があるしきい値をこえたら、フォーカスサーボループをONにして、FE=0になるように焦点合わせを行うことにより、情報媒体の基板厚が $t_1$ であろうと $t_2$ であろうと、しきい値を変えるかオートゲインコントロール（AGC：光検出器上の全光量でFE信号を規格化する）

る）を行いさえすれば、共通の手順で焦点合わせを行うことができ、回路系のコストを低くすることができるという効果を得ることができる。

【0074】第7の実施例として第1または第2または第4または第5の実施例で示した2焦点レンズを用いて構成した光ヘッド装置を図20と図27を用いて説明する図27において、2は半導体レーザなどの放射光源である。この放射光源2から出射した光ビーム3はコリメートレンズ（122）によって略平行光になり、ビームスプリッター36を透過する。さらに、ホログラムレンズ107を透過した透過光61は対物レンズ4に入射し、情報媒体51上に集光される。情報媒体51で反射した透過光61は実線で示したようにもとの光路を逆にたどって、ホログラムレンズ107を再び透過し、ビームスプリッター36で反射され、収束レンズ（121）によって集光され、ビームスプリッター361で反射されて、第6の実施例と同様にホログラム103などの波面変換手段によってフォーカスサーボ信号やトラッキングエラー信号を得ることができるように波面を変換された後に光検出器7に入射する。光検出器7の出力を演算することによって、サーボ信号（フォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号）及び、情報信号を得ることができることも第6の実施例と同様である。

【0075】また、ホログラムレンズ107で回折した+1次回折光64は点線で示したように対物レンズ4に入射し、情報媒体5上に集光される。情報媒体5で反射した+1次回折光64はもとの光路を逆にたどって、ホログラムレンズ107を透過し、ビームスプリッター36で反射され、収束レンズ（121）によって集光され、ビームスプリッター361を透過する。この光ビーム40は情報媒体5で反射した後にホログラムレンズ107で回折されずに透過しているため、放射光源2の出射点とは鏡像関係にない。従って光ビーム40の集光点39aは集光点39とは光軸方向でずれている。そこで本実施例ではビームスプリッター361によって光路を分離して別に設けた光検出器71の出力を演算することによって、サーボ信号（フォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号）及び、情報信号を得ることができる。図20と図27を用いてこのサーボ信号の検出方法の一例を説明する。図27において光ビーム40はほぼ球面波であり、かつ、平行平板の表面にコーティングを施したビームスプリッター361を透過するため非点収差を持つ。そこで集光点39a付近においた、図20に示すような4分割光検出器S1からS4によって光ビーム40を受光する。ここで（b）がジャストフォーカス状態であり、（a）、（c）がデフォーカス状態を表す。従って、フォーカスエラー信号FEは、 $FE = (S1 + S4) - (S2 + S3) \dots (6)$ なお、式（6）のS1～S4は式（4）のS1～S4とは無関係である。という演算によって得られる。

【0076】また、情報媒体5のタンジェンシャル（溝の伸延方向）とラジアル方向に対応する方向が図20に示した方向であるとき、情報媒体5の上の集光スポットとトラック溝の相対位置変化によるホログラム上での光量分布変化を利用して、式（7）に示す演算によってトラッキングエラー信号TEを得ることができる。

【0077】

$$TE = S1 + S3 - (S2 + S4) \quad \dots (7)$$

なお、式（7）のS1～S4も式（4）のS1～S4とは無関係である。

【0078】また、式（6）の結果を基にいわゆる位相差法を行ってトラッキングエラー信号を得ることもできる。

【0079】本実施例も、異なる基板の厚みの光ディスクの記録再生を一つの光ヘッド装置で、行うことができるという効果を有する。さらにまた、次のような効果も有する。CDなど基板厚の厚い（t1）光ディスクは再生のみ行い、基板厚の薄い（t2）高密度光ディスクでは記録再生を行う光ディスク装置用に第1または第2または第4または第5の実施例で示した2焦点レンズを用いる場合は+1次回折光の回折効率を30%以下にする、こうすることによって、ホログラムレンズの透過率が高いため、基板厚の薄い（t2）高密度光ディスクに情報記録を行う際の光ディスク（情報媒体）上への光の利用効率を高くすることができるという効果があるが、この時はホログラムレンズの透過率が高いのであるから光ディスク（情報媒体）から反射してきた光の内透過光を、本実施例のようにサーボ検出や情報信号の検出に用いることによって、S/N比の高い信号を得られ安定な光ヘッド装置を得られるという効果がある。

【0080】なお、本実施例はホログラムレンズを107として説明を行ったが、これをホログラムレンズ108または111に代えても同様の構成で光ヘッドを構成できることは自明であり、やはり同様の効果を有する。

【0081】第8の実施例として第1または第2または第4または第5の実施例で示した2焦点レンズを用いて構成した光ヘッド装置を図28と図29を用いて説明する。なお、図28と図29に挿入したx1、y1軸は共通である。

【0082】図28において、放射光源2から出射した光ビーム3はコリメートレンズ（122）によって略平行光になり、ビームスプリッター36を透過する。さらに、ホログラムレンズ107を透過した透過光61は、対物レンズ4に入射し、情報媒体51上に集光される。情報媒体51で反射した透過光61は実線で示したようにもとの光路を逆にたどって、ホログラムレンズ107を再び透過し、ビームスプリッター36で反射され、収束レンズ（121）によって集光され、ビームスプリッター362を透過して第7の実施例において説明したように非点収差を持ち、光検出器71でこれを受光してフ

ォーカスサーボ信号やトラッキングエラー信号を得ることができる。さらに、情報信号を得ることができることも第7の実施例と同様である。

【0083】また、ホログラムレンズ107で回折した+1次回折光64は対物レンズ4に入射し、情報媒体5上に集光される。情報媒体5で反射した+1次回折光64は、点線で示したようにもとの光路を逆にたどって、ホログラムレンズ107を透過し、ビームスプリッター36で反射され、収束レンズ（121）によって集光され、ビームスプリッター362に設けられた反射型ホログラム104で反射・回折される。この光ビーム40は情報媒体5で反射した後にホログラムレンズ107で回折されずに透過しているため、放射光源2の出射点とは鏡像関係にない。そこで本実施例ではビームスプリッター362によって光路を分離して別々に設けた光検出器7と光検出器71の出力を演算することによって、サーボ信号（フォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号）及び、情報信号を得る点は第7の実施例と同じである。本実施例ではビームスプリッター362の表面に図28に示したように反射型ホログラム104を形成して光ビーム40を反射・回折し光検出器7によってこの回折光を受光してサーボ信号や情報信号を得ることが特徴である。図29にこの反射型ホログラムのパターンの一例を示す。フォーカスエラー信号検出用回折光発生領域とトラッキングエラー信号発生領域を形成し、回折光を発生してこの回折光を光検出器で受光して、第6の実施例と同様にサーボ信号や情報信号を得る。

【0084】本実施例も、異なる基板の厚みの光ディスクの記録再生を一つの光ヘッド装置で、行うことができるという効果を有する。さらにまた、次のような効果も有する。CDなど基板厚の厚い（t1）光ディスクは再生のみ行い、基板厚の薄い（t2）高密度光ディスクでは記録再生を行う光ディスク装置用に第1または第2または第4または第5の実施例で示した2焦点レンズを用いる場合は+1次回折光の回折効率を30%以下にする、こうすることによって、ホログラムレンズの透過率が高いため、基板厚の薄い（t2）高密度光ディスクに情報記録を行う際の光ディスク（情報媒体）上への光の利用効率を高くすることができるという効果があるが、この時はホログラムレンズの透過率が高いのであるから光ディスク（情報媒体）から反射してきた光の内、透過光を本実施例のようにサーボ検出や情報信号の検出に用いることによって光の利用効率を高くすることができるので、S/N比の高い信号を得られ安定な光ヘッド装置を得られるという効果がある。特に、反射型ホログラム104によって光ビーム40の全光量を回折して信号検出に用いるためS/N比の高い信号を得られ安定な光ヘッド装置を得られるという効果が顕著である。

【0085】なお、本実施例はホログラムレンズを107として説明を行ったが、これをホログラムレンズ10



8または111に代えても同様の構成で光ヘッドを構成できることは自明であり、やはり同様の効果を有する。

【0086】第9の実施例として第1または第2または第4または第5の実施例で示した2焦点レンズを用いて構成した光ヘッド装置を主に図30～図32を用いて説明する。なお、図30と図31に挿入したx1、y1軸と、図30と図32に挿入したx、y、z軸はそれぞれ共通である。

【0087】本実施例でも第8の実施例と同様に図30において、放射光源2から出射した光ビーム3はコリメートレンズ(122)によって略平行光になり、ビームスプリッター36を透過する。さらに、ホログラムレンズ107を透過した透過光61は、対物レンズ4に入射し、図30には図示していないが図28と同様に、情報媒体51上に集光される。以下、図30には図示していないが基板厚t2の情報媒体51に対する記録再生を行う場合については図28を用いて説明する。情報媒体51で反射した透過光61は実線で示したようにもとの光路を逆にたどって、ホログラムレンズ107を再び透過し、ビームスプリッター36で反射され、収束レンズ(121)によって集光され、ビームスプリッター362を透過して第7の実施例において説明したように非点収差を持ち、光検出器76(図28では光検出器71と表示)でこれを受光してフォーカスサーボ信号やトラッキングエラー信号を得ることができる。さらに、情報信号を得ることができることも第7の実施例と同様である。

【0088】次に、本実施例で基板厚t1の情報媒体5の情報記録再生を行う場合について説明する。図30において、ホログラムレンズ107で回折した+1次回折光64は対物レンズ4に入射し、情報媒体5上に集光される。情報媒体5で反射した+1次回折光64は、点線で示したようにもとの光路を逆にたどって、ホログラムレンズ107を透過し、ビームスプリッター36で反射され、収束レンズ(121)によって集光され、ビームスプリッター362に設けられた透過型ホログラム1041で回折される。この光ビーム40は情報媒体5で反射した後にホログラムレンズ107で回折されずに透過しているため、放射光源2の出射点とは鏡像関係にない。そこで本実施例では例えば、光検出器76の光軸方向の位置を適当に調節し、例えば情報媒体5上でホログラムレンズ107の透過光61が合焦点状態にあるときに光ビーム40が最小錯乱円になる位置に光検出器76\*

$$FE = (S10 + S30 - S20) - (S40 + S60 - S50) \dots (8)$$

という演算によって、SSD法に基づいて得られる。

【0090】本実施例ではビームスプリッター362の表面に形成されたホログラム1041で光ビーム43を回折し、光検出器76によってこの回折光を受光してフォーカスエラー信号を得ることが特徴である。本実施例

\*を配置する。そして光検出器76の出力を演算することによって、フォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号及び、情報信号を得る点は第7の実施例と同じである。特にトラッキングエラー信号を位相差法によって検出すると比較的高い周波数(数KHz以上)だけを扱えば良いのでヘッドアンプ出力のオフセットの温度ドリフトなどのDC変動の影響を避けることができ安定にサーボ信号を得ることができるという効果がある。

【0089】本実施例で基板厚t1の情報媒体5の情報記録再生を行う場合、フォーカスエラー信号については、ホログラムレンズ107の透過光61から得ることによって、より多くの光量を使うことも可能である。図30において、放射光源2から出射した光ビーム3はコリメートレンズ(122)によって略平行光になり、ビームスプリッター36を透過する。さらに、ホログラムレンズ107を透過した透過光61は、対物レンズ4に入射し、情報媒体5上に照射されるが記録面上ではデフォーカスしている。情報媒体5で反射した透過光61は図30に実線で示したようにホログラムレンズ107を再び透過し、ビームスプリッター36で反射される(光ビーム43)。この光ビーム43は、収束レンズ(121)によって集光され、ビームスプリッター362を透過し、ビームスプリッター362の表面に図30に示したように形成されたホログラム1041で回折される。光検出器76によってこの回折光を受光してサーボ信号や情報信号を得る。図31にこの透過型ホログラムのパターンの一例を示す。フォーカスエラー信号検出用回折光発生領域151、152を形成し、回折光を発生してこの回折光を光検出器76上に形成された6分割光検出器76aで受光して、フォーカスエラー信号を得る。図31において例えば、領域151は光検出器の前側に焦点を持つ球面波141(図32)を発生させ、領域152は光検出器の後ろ側に焦点を持つ球面波142(図32)を発生させる。図31のようなホログラムパターンから回折する波面のファースフィールドパターンはホログラムパターンが分割されていることを反映してやはり図32に示すように一部分が欠けるが、フォーカスサーボ信号には影響はない。図32に示すように回折光141と142を6分割光検出器76aによって受光する。ここで(b)がジャストフォーカス状態であり、(a)、(c)がデフォーカス状態を表す。従って、フォーカスエラー信号FEは、

も、異なる基板の厚みの光ディスクの記録再生を一つの光ヘッド装置で、行うことができるという効果を有する。さらにまた、次のような効果も有する。CDなど基板厚の厚い(t1)光ディスクは再生のみ行い、基板厚の薄い(t2)高密度光ディスクでは記録再生を行う光

ディスク装置用に第1または第2または第4または第5の実施例で示した2焦点レンズを用いる場合は+1次回折光の回折効率を30%以下にする、こうすることによって、ホログラムレンズの透過率が高いため、基板厚の薄い(t2)高密度光ディスクに情報記録を行う際の光ディスク(情報媒体)上への光の利用効率を高くすることができるという効果があるが、この時はホログラムレンズの透過率が高いのであるから光ディスク(情報媒体)から反射してきた光の内、透過光を本実施例のようにサーボ検出や情報信号の検出に用いることによって光の利用効率を高くすることができるので、S/N比の高い信号を得られ安定な光ヘッド装置を得られるという効果がある。特に、ホログラム1041によって光量の多い光ビーム43を回折して信号検出に用いるためS/N比の高いフォーカスサーボ信号を得られ安定な光ヘッド装置を得られるという効果が顕著である。しかもサーボ信号や情報信号を、ただ1個の光検出器76だけから得ることができるので、部品点数が少なく、小型軽量で低コストの光ヘッド装置を構成することができるという顕著な効果もある。

【0091】なお、本実施例はホログラムレンズを107として説明を行ったが、これをホログラムレンズ108または111に代えても同様の構成で光ヘッドを構成することは自明であり、やはり同様の効果を有する。

【0092】次に第10の実施例を図33を用いて説明する。本実施例は第3または第4または第5の実施例で示した2焦点レンズを用いて構成した光ヘッド装置である。

【0093】図33において、2は半導体レーザなどの放射光源である。この放射光源2から出射した光ビーム3はコリメートレンズ(122)によって略平行光になり、ビームスプリッター36を透過する。さらに、ホログラムレンズ109を透過した透過光61は対物レンズ4に入射し、情報媒体5上に集光される。情報媒体5で反射した透過光61は、点線で示したようにもとの光路を逆にたどって、ホログラムレンズ109によって回折され、ビームスプリッター36で反射され、収束レンズ(121)によって集光され、ビームスプリッター361で反射されて、第6の実施例と同様にホログラム103などの波面変換手段によってフォーカスサーボ信号やトラッキングエラー信号を得ることができるよう波面を変換された後に光検出器7に入射する。光検出器7の出力を演算することによって、サーボ信号(フォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号)及び、情報信号を得ることができることも第6の実施例と同様である。

【0094】また、放射光源2より出射後、ホログラムレンズ109で回折した+1次回折光66は対物レンズ4に入射し、情報媒体51上に集光される。情報媒体51で反射した+1次回折光66は、実線で示したようにもとの光路を逆にたどって、ホログラムレンズ109に

よって回折され、ビームスプリッター36で反射され、収束レンズ(121)によって集光され、ビームスプリッター361を透過する。そして、別に設けた光検出器71の出力を演算することによって、第7の実施例と同様にサーボ信号(フォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号)及び、情報信号を得ることができる。

【0095】本実施例も、異なる基板の厚みの光ディスクの記録再生を一つの光ヘッド装置で、行うことができるという効果を有する。さらにまた、次のような効果も有する。CDなど基板厚の厚い(t1)光ディスクは再生のみ行い、基板厚の薄い(t2)高密度光ディスクでは記録再生を行う光ディスク装置用に、ホログラムレンズ109を用いて構成される第3または第4または第5の実施例で示した2焦点レンズを用いる場合は+1次回折光の回折効率を70%以上にする、こうすることによって、ホログラムレンズの回折効率が高いため、基板厚の薄い(t2)高密度光ディスクに情報記録を行う際の光ディスク(情報媒体)上への光の利用効率を高くすることができるという効果があるが、この時はホログラムレンズの回折効率が高いのであるから光ディスクから反射してきた光の内、回折光を本実施例のようにサーボ検出や情報信号の検出に用いることによって光の利用効率を高くすることができるので、S/N比の高い信号を得られ安定な光ヘッド装置を得られるという効果がある。また、ホログラムレンズは109を用いているので、2焦点間の距離の差を1mm程度まで大きくすることができ、一方の焦点スポットで情報の記録再生をしているときに他方の焦点を集光点とする光ビームを大きく広げて光強度を小さくでき、記録再生に影響を全く与えない様にできるという効果を有する。さらにホログラムレンズ109を凸レンズとして用いるので、前述した通り、色収差が発生しなくなるという効果がある。

【0096】第11の実施例として第3または第4または第5の実施例で示した2焦点レンズを用いて構成した光ヘッド装置を、図34を用いて説明する

図34において、放射光源2から出射した光ビーム3はコリメートレンズ(122)によって略平行光になり、ビームスプリッター36を透過する。そして、ホログラムレンズ109を透過した透過光61は、対物レンズ4に入射し、情報媒体5上に集光される。情報媒体5で反射した透過光61は点線で示したようにもとの光路を逆にたどって、ホログラムレンズ109によって回折され、ビームスプリッター36で反射され、収束レンズ(121)によって集光され、ビームスプリッター362を透過して第7の実施例において説明したように非点収差を持ち、光検出器71でこれを受光してフォーカスサーボ信号やトラッキングエラー信号を得ることができる。さらに、情報信号を得ることができることも第7の実施例と同様である。

【0097】また実線で示したようにホログラムレンズ

109で回折した+1次回折光66は対物レンズ4に入射し、情報媒体51上に集光される。情報媒体51で反射した+1次回折光66はもとの光路を逆にたどって、ホログラムレンズ109によって再び回折され、ビームスプリッター36で反射され、収束レンズ(121)によって集光され、ビームスプリッター362の一部に形成した反射型ホログラム104で反射・回折される。そして別々に設けた光検出器7と光検出器71の出力を演算することによって、サーボ信号(フォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号)及び、情報信号を得る点は第7の実施例と同じである。本実施例ではビームスプリッター362の表面に図34に示したように反射型ホログラム104を形成して光ビーム40を反射・回折し、光検出器7によってこの回折光を受光してサーボ信号や情報信号を得る。図29にこの反射型ホログラムのパターンの一例を示す。フォーカスエラー信号検出用回折光発生領域とトラッキングエラー信号発生領域を形成し、回折光を発生してこの回折光を光検出器で受光して、第6の実施例と同様にサーボ信号や情報信号を得る。

【0098】本実施例も、異なる基板の厚みの光ディスクの記録再生を一つの光ヘッド装置で、行うことができるという効果を有する。さらにまた、次のような効果も有する。CDなど基板厚の厚い(t1)光ディスクは再生のみ行い、基板厚の薄い(t2)高密度光ディスクでは記録再生を行う光ディスク装置用に、ホログラムレンズ109を用いて構成される第3または第4または第5の実施例で示した2焦点レンズを用いる場合は、+1次回折光の回折効率を70%以上にする、こうすることによって、ホログラムレンズ回折効率のが高いため、基板厚の薄い(t2)高密度光ディスクに情報記録を行う際の光ディスク(情報媒体)上への光の利用効率を高くすることができるという効果があるが、この時はホログラムレンズの回折効率が高いのであるから光ディスクから反射してきた光の内、回折光を、本実施例のようにサーボ検出や情報信号の検出に用いることによって光の利用効率を高くすることができるので、S/N比の高い信号を得られ安定な光ヘッド装置を得られるという効果がある。特に、反射型ホログラム104によって光ビーム40の全光量を回折して信号検出に用いるため、光の利用効率が高くS/N比の高い信号を得られ安定な光ヘッド装置を得られるという効果が顕著である。また、ホログラムレンズは109を用いているので、2焦点間の距離の差を1mm程度まで大きくすることができ、一方の焦点スポットで情報の記録再生をしているときに他方の焦点を集光点とする光ビームを大きく広げて光強度を小さくでき、記録再生に影響を全く与えない様にできるという効果を有する。さらにホログラムレンズ109を凸レンズとして用いるので、前述した通り、色収差が発生しなくなるという効果がある。

【0099】第12の実施例を図35～図39を用いて

説明する。図35と図36において182はノイズキャンセル用回折光発生領域、75はノイズキャンセル用信号検出用光検出器である。図35において、2は半導体レーザ等の放射光源である。この光源から出射した光はビームスプリッター363で反射して対物レンズ4に入射し、情報媒体5または51上に集光される。情報媒体51(または5)で反射した光ビームはもとの光路を逆にたどって(復路)、ビームスプリッター363に入射する。このビームスプリッター363を透過した光ビームは光検出器77に入射する。光検出器77の出力を演算することによって、サーボ信号及び、情報信号を得ることができる。ノイズキャンセル用回折光発生領域182は図36に示したように、ホログラムレンズの格子パターン107aよりも外周部に設ける。

【0100】本実施例では特開昭60-138748及び特開昭61-131245に開示されている原理に基づき、信号に対するノイズを低減することができる。本実施例では、ノイズキャンセル用回折光発生領域182から発生するノイズキャンセル用回折光164をノイズキャンセル用信号検出用光検出器75で受光し、ノイズキャンセル用信号検出用光検出器75の出力信号S90を得る。そして、次の演算によって情報信号RFを検出し、ノイズの低減化を図る。

【0101】

$$RF = (S1+S2+S3+S4) + R \times S90 \quad \dots (9)$$

ここで、Rはノイズキャンセル用信号S90に重み付けをするための係数である。本実施例では、特開昭60-138748及び特開昭61-131245とは異なり、ホログラムレンズ上で光ビームの光量を分割するため光検出器の設定許容精度を100倍程度大きくできるという効果がある。なお、ノイズキャンセル用信号検出用光検出器75にレンズ作用を持つホログラムパターンを用いることによって、往路に発生する不要な回折光を情報媒体5上でデフォーカスさせ、大きく広がるようにして情報媒体5の情報を平均化し、情報信号に対する雑音を含まないという効果を得ることもできる。さらにまた、ノイズキャンセル用回折光発生領域182を設けることにより、ホログラムレンズの外周部の透過率が内周部と同程度になるため、情報媒体上で光ビーム(集光スポット)のサイドローブがより低くなり、優良な特性の再生信号を得ることができるという効果を得ることもできる。

【0102】また、図37においては、ノイズキャンセル用回折光発生領域183を複数(図では2個)に分割する。そして、各々の分割領域から回折するノイズキャンセル用回折光164をノイズキャンセル用信号検出用光検出器75aと75bで受光し、出力信号S91とS92を得る。そして、(10)式の演算によって情報信号RFを検出し、ノイズの低減化を図る。

【0103】

$$RF = (S1+S2+S3+S4) + R \times (S91+S92) \quad \dots (10)$$

ここで、Rはノイズキャンセル用信号S90に重み付けをするための係数である。本実施例では、特開昭60-138748及び特開昭61-131245とは異なり、ホログラム上で光ビームの光量を分割するため光検出器の設定許容精度を100倍程度大きくできるという効果がある。本実施例では、図38のようにノイズキャンセル用回折光発生領域183を複数に分割することによって往路の不要な回折光も多分割される上に1つ1つの分割領域はNA（開口数）が小さくなってその回折光が大きく広がるので、これらの和を取ったときに情報媒\*

$$RF = (S1+S2+S3+S4) + (R1 \times S91 + R2 \times S92) \quad \dots (11)$$

ここで、R1、R2はノイズキャンセル用信号S91、S92に重み付けをするための係数である。また、このようにノイズキャンセル用回折光発生領域183を複数に分割することによって往路の不要な回折光が、光検出器の信号検出領域に入射することを避けることもできるという効果を得られる。これについて図39を用いて以下に説明する。図39においてP1とP2はそれぞれノイズキャンセル用回折光164aと164bが光検出器上に入射する場所を示す。ノイズキャンセル用回折光164aと164bを復路の+1次回折光と呼ぶと、ノイズキャンセル用回折光発生領域183bから発生する往路の+1次回折光がノイズキャンセル用回折光発生領域183aに入射して発生する復路の+1次回折光がP3に入射する。ここで、P3と光検出器71の中心との距離C2は、P1とP2の距離と等しくなる。したがって、光検出器71の一辺の長さの半分をC1としたときにC2>C1とすることにより、P3が光検出器71内に入らないようにすることができ不要な迷光の影響を避けることができるという効果がある。点P4についても点P3と同様である。なお、ノイズキャンセル用回折光発生領域183から発生する往路の+1次回折光のうち復路の透過光（0次回折光）はP5やP6の位置に入射し、光検出器71内に入らない。さらに、光源2として半導体レーザーを用いる場合には、ノイズキャンセル用回折光発生領域183a、bを設ける方向（図38のX2方向）を半導体レーザーの出射角の広い方向と一致させることにより、透過光の光強度分布がより一定になるため、情報媒体上で光ビーム（集光スポット）のサイドローブがより低くなり、優良な特性の再生信号を得ることができるという効果を得ることもできる。

【0105】さらに、第13の実施例を図40と図41を用いて説明する。図40において107はホログラムレンズである。ホログラムレンズとしてはここでは第1の実施例として説明したホログラムレンズ107を用いて説明するが、第2～第5の実施例のいずれかにおいて説明したホログラムレンズ108または111または109などでも良い。また第12の実施例において示したようにホログラムレンズの外周部にノイズキャンセル用

\*体5上で得る情報信号（雑音）は平均化されて、振幅が小さくなるという効果がある。また、複数のノイズキャンセル用回折光（164aと164b）をそれぞれ分割した光検出器（75aと75b）で受光することにより、それぞれのノイズキャンセル用信号の重み付けを変えてよりいっそうノイズの低減をする事も可であるという効果を得ることができる。すなわち、(11)式の演算によって情報信号RFを検出し、ノイズの低減化を図る。

$$[0104]$$

回折光発生領域を設けることもできる。また、ホログラム173は偏光異方性ホログラムである。偏光異方性ホログラムは、昭61-189504や、特開昭63-241735にも開示されているように、ニオブ酸リチウム基板の一部をプロトン交換したり、液晶セルを利用することにより作製可能であり、ある偏光方向（XP方向とする）の直線偏光に対しては回折させるホログラムとして働き、これと直角な方向（YP方向とする）の直線偏光に対しては回折を起こさないという性質を持つ。放射光源2は本実施例においては直線偏光の光源を用い、偏光方向はXP方向に設定する。放射光源2から射出した光ビームはホログラム173を透過し（往路）、λ/4板15によって円偏光の光ビームになり、ホログラムレンズ107で2つの焦点の光ビームに分けられて、さらに、情報媒体5または51によって反射される際に円偏光の回転方向が逆転し、再びλ/4板15に入射して初めとは直角方向（YP方向）の直線偏光になるため、復路においてはホログラム173によって回折され（復路）、光検出器274に入射する。光検出器の出力を演算することによって、前述の実施例と同様にサーボ信号や情報信号を得ることができる。本実施例は以下のような効果を有している。1. ホログラムレンズを用いているため、ただ1つの光ヘッド装置を用いて2種類の基板厚の情報媒体に対し情報の記録再生を行うことができる。2. 往路では回折を受けず、復路では回折するため、光の利用効率が高く、放射光源の出射パワーが低くてもS/N比の高いサーボ信号や情報信号を得ることができる。3. ビームスプリッターを用いなくとも良い構成であり、光ヘッド装置の小型化軽量化、低コスト化を実現できる。4. ビームスプリッターを用いなくとも良い構成であり、光学部品がほとんど1本の光軸上に並んでいる（立ち上げミラーを用いて光軸を曲げる場合も分岐はせず、光軸はやはりほぼ1本である）ため、温度変化、経時変化に対して安定に動作する光ヘッド装置を得ることができる。5. 復路ではホログラム173の透過光は不要であるため回折効率を高くし、透過率をほとんど0に設計しても構わない。透過率をほぼ0に設計する事により、ホログラム173と1/4波長板15は光源

2への戻り光をなくするアイソレーターの働きをするため、光源2として半導体レーザーを用いるときに、戻り光がほとんど活性層内に入らない。従って、戻り光による半導体レーザーの雑音の問題を回避できる。

【0106】なお、本実施例における光検出器274は放射光源2と近接して配置することが可能であるため図41に示すような構成にすることにより相対位置精度を容易に高精度にでき、製造工程の組立コストを低くすることができるという効果がある。また、より一層、光ヘッド装置の小型化軽量化、低コスト化を実現できるという効果がある。図41において2は放射光源、3は光ビーム、274は光検出器である。光検出器274aと光検出器274bを1個の光検出器基板上に形成する。そして光検出器274aと光検出器274bの間に凹部（切り欠き部）を設け、図41に示したようにミラー7aを設け、放射光源2をハイブリッドに設置する。本実施例では、光検出器274aと光検出器274bを1個の光検出器基板上に形成するので光検出器274aと光検出器274bの相対位置を、集積回路の作製工程によって容易に $\mu\text{m}$ オーダーの高精度に設定できるという効果がある。さらに、図41のハイブリッド素子と外部との電気的な接続のために結線が必要であるが、この結線を接続する面が、本実施例ではすべて図41のX3・Y3平面になるので、結線用のワイヤを近づけてくる方向が共通になり自動組立が容易になるという効果がある。さらに組立時の基準線もX3・Y3平面上に設けるだけでよいので、光検出器274aと光検出器274bと放射光源2の相対位置を容易に高精度に設定できるという効果がある。

【0107】本実施例は偏光異方性ホログラムを用いる構成を例示して説明したが、放射光源2の光量が十分である場合などは、偏光異方性ホログラム173に代えて格子ピッチの小さなホログラムや、ブレース化ホログラムを用いても、やはり、以下のような効果を得ることができる。1. ホログラムレンズを用いているため、ただ1つの光ヘッド装置を用いて2種類の基板厚の情報媒体に対し情報の記録再生を行うことができる。2. ビームスプリッターを用いなくても良い構成であり、光ヘッド装置の小型化軽量化、低コスト化を実現できる。3. ビームスプリッターを用いなくても良い構成であり、光学部品がほとんど1本の光軸上に並んでいるため、温度変化、経時変化に対して安定に動作する光ヘッド装置を得ることができる。

【0108】第14の実施例を図42を用いて説明する。図42において2aは直線偏光した光ビームを出射する放射光源、190は放射光源2aから出射する直線偏光した光ビーム3bを全反射しこれと直角方向の直線偏光した光ビームは全透過する偏光分離膜、15は $\lambda/4$ 板である。本実施例ではホログラムレンズ107を具備する点と、偏光分離膜190と $1/4$ 波長板15を用

いる点と、反射型ホログラム220を透明基板9の裏側に形成する点が特徴である。なお、ホログラムレンズとしてはここでは第1の実施例として説明したホログラムレンズ107を用いて説明するが、第2～第5の実施例のいずれかにおいて説明したホログラムレンズ108または111または109などでも良い。また第12の実施例において示したようにホログラムレンズの外周部にノイズキャンセル用回折光発生領域を設けることもできる。放射光源2aから出射した光ビーム3b（直線偏光したレーザ光）は、透明基板9の放射光源2aに近い側（以後表側と呼ぶ）に形成された偏光分離膜190で全反射されて $\lambda/4$ 板の第1回目の透過を行う。そして対物レンズ4に入射し、情報媒体5上に集光される。情報媒体5で反射した光ビームはもとの光路を逆にたどって、 $\lambda/4$ 板の第2回目の透過を行いこれによって光ビームの偏光方向は $90^\circ$ 回転する。光ビームは偏光分離膜190を全透過して、反射型ホログラム220に入射する。この反射型ホログラム220から生じる復路の回折光68は偏光分離膜190を全透過して、光検出器78に入射する。光検出器78の出力を演算することによって、サーボ信号及び、情報信号を得ることができる。ここで例示したようにコリメートレンズを用いると、反射膜190へ入射する光ビームが平行光であるので反射率及び透過率が均一になって、往路の反射光をより容易に情報媒体5上で回折限界まで集光できる。また、復路の+1次回折光も均一になるためサーボ信号にオフセットがより生じにくくなるという効果がある。また、以下のような効果もある、1. ホログラムレンズを用いているため、ただ1つの光ヘッド装置を用いて2種類の基板厚の情報媒体に対し情報の記録再生を行うことができる。2. 往路では回折を受けず、復路では回折するため、光の利用効率が高く、放射光源の出射パワーが低くてもS/N比の高いサーボ信号や情報信号を得ることができる。3. ビームスプリッターと立ち上げミラーを兼用しているので、光ヘッド装置の小型化軽量化、低コスト化を実現できる。4. 光学部品がほとんど1本の光軸上に並んでいるため、温度変化、経時変化に対して安定に動作する光ヘッド装置を得ることができる。5. 偏光分離膜190と $1/4$ 波長板15は光源2aへの戻り光をなくするアイソレーターの働きをするため、光源2aとして半導体レーザーを用いるときに、戻り光がほとんど活性層内に入らない。従って、戻り光による半導体レーザーの雑音の問題を回避できる。

【0109】なお、反射型ホログラム220をブレース化する事により、+1次回折光の回折効率を1に近づけて、光量の損失なしに+1次回折光のみを用いて信号検出を行うことができる。+1次回折光を用いて信号検出を行うと、信号検出用の回折光の収差をホログラム220で補償できるので安定なサーボ信号検出を行うことができるという効果を得ることも可能である。また、コリ

メートルレンズを放射光源と透明基板の間に挿入する構成を例示して説明したが、コリメートルレンズを省いた構成も可能であり、この場合においても上記と同様の効果が得られる。

【0110】さらにまた、光源2aの光量が十分である場合には、偏光分離膜190の代わりに反射率が1/3程度の反射膜を用い、1/4波長板15を省くことも可能である。この場合も、以下のような効果がある、1. ホログラムレンズを用いているため、ただ1つの光ヘッド装置を用いて2種類の基板厚の情報媒体に対し情報の記録再生を行うことができる。2. ビームスプリッターと立ち上げミラーを兼用しているので、光ヘッド装置の小型化軽量化、低コスト化を実現できる。3. 光学部品がほとんど1本の光軸上に並んでいるため、温度変化、経時変化に対して安定に動作する光ヘッド装置を得ることができる。

【0111】本発明の上記実施例により例えば、CDなどの基板の厚み $t_1$  (約1.2mm)の在来光ディスクと、高密度光ディスク(情報媒体)などの基板の厚み $t_2$  (0.4mm~0.8mm程度)の次世代光ディスクの両方を1台の光ヘッド装置によって記録再生できるが、実際に記録再生を行う際には、記録再生を行おうとしている光ディスクの基板の厚みが $t_1$ なのか $t_2$ なのかを判断する必要がある。そのためには光ディスクに、厚みを判別するための判別情報を記録しておくことが便利である。CDなどの基板の厚み $t_1$  (約1.2mm)の在来光ディスクにはこのような判別情報は記録されていないので、当然、将来商品化される高密度光ディスクなどの基板の厚み $t_2$  (0.4mm~0.8mm程度)の次世代光ディスクに判別情報を書き込むことが望ましい。そこで、このような判別情報の書き込み方についての発明の実施例を図43(第15の実施例)と図44(第16の実施例)に示す。

【0112】図43は第15の実施例の高密度光ディスクである。図43において52は高密度の光ディスク(情報媒体)、55は高密度の記録ピット、55aはCD程度の記録密度のピットであり、厚みを判別するため、この光ディスクの大半の部分では基板の厚みが $t_2$ であることを判別できる情報を持っている。そして、ピット55のある部分、または、記録可能な部分は基板の厚みは $t_2$  (0.4mm~0.8mm程度)であるが、図43に示したようにピット55aの形成されている領域は基板の厚みは $t_1$  (約1.2mm)にする。この実施例の光ディスクを記録再生する際には初めに基板の厚み $t_1$ の部分の基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行って再生し、基板の厚みが $t_2$ であるという情報を認識したら、自動的に基板の厚み $t_2$ に対応した焦点制御を行うことができるという効果がある。当然、初めに基板の厚み $t_1$ の部分の基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行って再生し、基板の厚みが $t_2$ であるという情報が

なければ、そのまま基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行って再生し続けられれば良い。また、本実施例では、ピット55aは余り大きくする必要がなく、記憶容量を消費しなくて済むという効果もある。

【0113】図44は第16の実施例の高密度光ディスクである。図44において52は高密度の光ディスク(情報媒体)、55は高密度の記録ピット、56はCDよりも記録密度の低いすなわち面積の大きなピットであり、厚みを判別するため、この光ディスクの大半の部分では基板の厚みが $t_2$ であることを判別できる情報を持っている。そして基板の厚みは、ピットのあるところや記録可能なところは、情報媒体51全面に渡って $t_2$  (0.4mm~0.8mm程度)である。本実施例の光ディスクを記録再生する際には初めに基板の厚み $t_1$ の部分の基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行って再生する。当然大きな収差が発生するが、記録密度が非常に低いため記録を再生することができる。そして、基板の厚みが $t_2$ であるという情報を認識したら、自動的に基板の厚み $t_2$ に対応した焦点制御を行うことができるという効果がある。当然、初めに基板の厚み $t_1$ の部分の基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行って再生し、基板の厚みが $t_2$ であるという情報がなければ、そのまま基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行って再生し続けられれば良い。また、本実施例では基板の厚みが一定であるため情報媒体の製造が容易で安価にでき、また、情報媒体を薄くできるという効果もある。

【0114】次に、第5~第11の実施例までのいずれかの光ヘッド装置の様に2種の厚みの基板の記録再生を可能な光ヘッド装置を有し、実際に記録再生を行う際に、記録再生を行おうとしている光ディスクの基板の厚みが $t_1$ なのか $t_2$ なのかを自動的に判断する機能を持つ光ディスク装置の発明を図45(第17の実施例)と図46(第18の実施例)を用いて説明する。

【0115】図45は第17の実施例である光ディスク装置の説明を行うためのチャート図である。本実施例の光ディスク装置は第5~第11の実施例までのいずれかの光ヘッド装置の様に2種の厚みの基板の記録再生を可能な光ヘッド装置と、前記光ヘッドの送り機構などの移動手段と、情報媒体を回転させるスピンドルモーターなどの回転手段、を有する。そして、本発明の光ディスク装置に光ディスク(情報媒体)をセットし、光ディスクが前記回転手段によって回転を始めると、まず第15の実施例や第16の実施例で基板の厚みを判別する情報を記録した位置、例えば最内周などに前記移動手段によって光ヘッド装置を動かし、次に、基板の厚み $t_1$ に対応した焦点(フォーカス)制御を行う。そしてトラッキング制御を行って情報信号を検出し、基板の厚みが $t_2$ であるという情報を認識したら、自動的に基板の厚み $t_2$ に対応した焦点制御を行う。また、基板の厚みが $t_2$ であるという情報がなければ、そのまま基板の厚み $t_1$ に

対応した焦点制御を行って再生し続ける。本実施例により高密度光ディスクが第15の実施例や第16の実施例である限り、迅速に且つ極めて正確に基板の厚みを判断することができ、2種の厚みの基板の記録再生を安定に行うことができるという効果を有する。

【0116】図46は第18の実施例である光ディスク装置の説明を行うためのチャート図である。本実施例の光ディスク装置は第5～第11の実施例までのいずれかの光ヘッド装置の様に2種の厚みの基板の記録再生を可能な光ヘッド装置と、前記光ヘッドの送り機構などの移動手段と、情報媒体を回転させるスピンドルモーターなどの回転手段、を有する。そして、本発明の光ディスク装置に光ディスク（情報媒体）をセットし、光ディスクが前記回転手段によって回転を始めると、まず情報信号が確実に存在する位置、例えば最内周などに前記移動手段によって光ヘッドを動かし、次に、基板の厚み $t_1$ に対応した焦点（フォーカス）制御を行う。そしてトラッキング制御を行って情報信号を検出し、情報信号の振幅が一定値以上得られなかった場合には、自動的に基板の厚み $t_2$ に対応した焦点制御を行う。また、情報信号の振幅が一定値以上得られた場合には、そのまま基板の厚み $t_1$ に対応した焦点制御を行って再生し続ける。本実施例により高密度光ディスクが第15の実施例や第16の実施例でなくても、基板の厚みを判断することができ、2種の厚みの基板の記録再生を安定に行うことができるという効果を有する。

【0117】第19の実施例として2つの焦点位置を持つ2焦点顕微鏡用レンズ及びこの顕微鏡レンズを用いた2焦点顕微鏡について、図47を用いて説明する。図47において4107は+1次（またはN次：Nは0でない整数）と0次の回折効率（すなわち透過率）がそれぞれ十分な大きさを持つホログラムレンズ、410と411はレンズ、420はこれらの構成部品よりなる顕微鏡用レンズを保持する鏡筒である。本実施例では、基本的には第1～第5の実施例で示した2焦点レンズと同様の構成で、顕微鏡用のレンズを構成する。ホログラムレンズも、第1～第5の実施例と同様に、格子パターンは同心円状であり、その中心すなわち光軸はレンズ410、420と組立誤差内で一致している。ホログラムレンズ4107の+1次回折光の回折効率は100%未満であり、透過光（0次回折光）も十分な強度を有するように設計する。このためには、例えばホログラムレンズ4107を図47に示したように凹凸形状によって作製する場合には（レリーフ型）凹凸の高さ $h$ を $h < \lambda / (n - 1)$ というように、より小さくする、すなわち格子部で光ビームに与える位相変化の振幅量を $2\pi$ よりも小さくすることによって容易に実現できる。ここで $\lambda$ は光ビーム3の波長、 $n$ は透明基板9の屈折率である。このようにホログラムレンズ4107のどの位置においても透過光が十分な強度を持つようにすることによって、図47

の点f2から発散する光（図47では実線）がホログラムレンズ4107を透過する光と、点f1から発散する光（図47では波線）がホログラムレンズ4107で回折された光が、共に十分な光量を有し、かつ、ホログラムレンズ4107通過後は同一の光路をたどる。したがって、点f1と点f2に対して、同時に焦点を合わせることができ、平面PL1内と平面PL2内の像を同時に観察できるという効果を備えた顕微鏡用レンズを実現できる。

10 【0118】さらにホログラムレンズ4107は図1に示したホログラムレンズ107と同様にブレース化することによって、2箇所に焦点合わせをする透過光と+1次回折光の光量を大きくすることができ、明るい像を得ることができるという効果がある。

【0119】また、図48に示すように透過光と回折光でそれぞれ異なる厚みの基板を通して像を観察する場合は、基板の厚みの違いによって生じる収差をホログラムレンズによって補正し、最良の像を観察できるようにすることができるという効果がある。これについては、第20の実施例において図1を用いて説明したとおりである。すなわち、+1次回折光は基板を通った光の収差補正を施されている。このような収差補正作用を有するホログラムレンズの設計方法は、例えば、集光スポットf1から発散する球面波が基板を透過後、レンズ410を透過した光と、点f2から発散した光がレンズ410を透過した光の、ホログラムレンズ4107上の干渉パターンを計算すればよい。そしてコンピューター・ジェネレイティッド・ホログラム（CGH）の手法などによって容易にホログラムレンズ4107を作製できる。

30 【0120】さらに、鏡筒420を図47に示したように内側の鏡筒420aと外側の鏡筒420bからなる構成とするなどして、光軸方向に可変長にすることによって2つの焦点面であるPL1とPL2の間隔をかえたり、これらの間に入る基板厚が変わったときに調整することができるという効果を得ることができる。

【0121】さらに、上記において説明した顕微鏡レンズと接眼レンズ412を組み合わせることによって、光軸方向の位置の異なる2平面PL1、PL2上の鮮明な像を同時に観察することができるという効果を有する顕微鏡を構成できる。図47の点f2から発散する光（図47では実線）がホログラムレンズ4107を透過する光と、点f1から発散する光（図47では波線）がホログラムレンズ4107で回折された光が同一の光路をたどりレンズ411によって点f3に集光される。点f3の存在する平面PL3の像を接眼レンズ412によってさらに拡大してPL1面とPL2面を同時に肉眼で観察することができる。なお、レンズ411を省略した構成も可能である。また、平面PL3にCCDカメラなどの撮像面を配置することによりPL1面とPL2面を同時にカメラで観察、撮影する構成とする事も可能である。



【0122】第20の実施例として本発明の2焦点顕微鏡用レンズまたはこの顕微鏡レンズを用いた2焦点顕微鏡を用いた露光装置について図48を用いて説明する。半導体上に微細な回路を形成する工程などにおいて、半導体などの試料上に光感光性の材料を塗布してフォトマスクを通して露光する工程が必須である。本実施例はこの露光工程において用いる露光装置である。図48において、432はフォトマスク431は試料、431bは試料の表面であり、光感光性の材料を塗布してある場合もあるが図48では省略している。また、414は第19の実施例で説明した2焦点顕微鏡レンズ、415は第19の実施例で説明した2焦点顕微鏡、430は顕微鏡用の光源でありその波長は試料431において十分な透過率を持つ波長のものを用いる。露光装置には当然露光用光源やシャッターなどを含む露光手段が必要であり本実施例でも露光手段を備えているが、図48では省略している。また、フォトマスク432と試料431との位置合わせを行うための位置合わせ手段も本実施例は備えているが、図48では省略している。本実施例は、予め試料431の裏面431aに所定のパターンを形成し、このパターンとフォトマスク432の相対位置を高精度で合わせて表面431bにフォトマスク面432aのパターンを転写する事ができるという効果を有する。試料431の裏面431aに半導体回路などのパターンが予め形成されているときに、このパターンとフォトマスク432の相対位置を合わせるためには、従来は低倍率の焦点深度の深い顕微鏡で試料431の裏面431aとフォトマスク面432aを同時に観察して位置合わせを行っていた。しかし、低倍率の顕微鏡しか使用できないため5 $\mu$ m以下の精度で位置合わせを行うことが不可能であった。本発明の露光装置ではさきに説明した2焦点の顕微鏡を用いるので、焦点深度を深くする必要がなく、高倍率の顕微鏡を用いることができ、裏面431aとフォトマスク面432aを同時に高倍率で観察して位置合わせを行い、5 $\mu$ m以下の高精度で試料431の裏面431aのパターンとフォトマスク432のフォトマスク面432aの相対位置を合わせることができるとい

#### 【0123】

【発明の効果】以上に述べたことから明らかなように、本発明では以下のような効果が得られる

(1) 入射光の一部を回折するホログラムと対物レンズを組み合わせることによって異なる基板厚(t1とt2)の光ディスク(情報媒体)上にそれぞれ回折限界にまで集光される集光スポットを形成する事のできる2焦点レンズを実現できるという効果を有する。ホログラムレンズの回折効率は100%未満であり、光ビームの透過光(0次回折光)も充分な強度を有するホログラムレンズと対物レンズを組み合わせることで、透過光の形成する集光ビームのサイドローブを低く抑え

ることができるという効果も有する。さらにホログラムレンズはブレース化することによって2焦点の光ビームを形成する透過光と+1次回折光の光量増大を大きくすることができ、光の利用効率を高くできるという効果がある。

(2) ホログラムレンズを凸レンズとして用いる実施例では、色収差が発生しなくなるという効果がある。

(3) 本発明の2焦点レンズを用いて光ヘッド装置を構成し、波面変換手段も光検出器も単一のものを共通に用いることにより、少ない部品点数で小型、軽量、低コストの光ヘッド装置でありながら、異なる基板の厚みの光ディスクの記録再生を一つの光ヘッド装置で行うことができるという効果を有する。

【0124】または、本発明の2焦点レンズを用いて光ヘッド装置を構成し、波面変換手段と光検出器を2組用いることにより、CDなど基板厚の厚い(t1)光ディスクは再生のみを行い、基板厚の薄い(t2)高密度光ディスクでは記録再生を行う光ディスク装置では、光の利用効率を高くすることができるので、S/N比の高い信号を得られ、安定な光ヘッド装置を得られるという効果がある。

(4) 高密度のピットのある部分、または、記録可能な部分は基板の厚みはt2(0.4mm~0.8mm程度)であるが、厚みを判別するためこの光ディスクの大半の部分では基板の厚みがt2であることを判別できる情報を持つピットの形成されている領域の基板の厚みはt1(約1.2mm)にする。これによって、初めに基板の厚みt1の部分の基板の厚みt1に対応した焦点制御を行って再生し、基板の厚みがt2であるという情報を認識したら、自動的に基板の厚みt2に対応した焦点制御を行うことができるという効果がある。

(5) 基板の厚みがt2であることを判別できる情報を持っている、CDよりも記録密度の低いすなわち大きなピットを光ディスクの一部に書き込んであり、基板の厚みは、ピットのあるところや記録可能なところは、情報媒体全面に渡ってt2(0.4mm~0.8mm程度)とする。この光ディスクを記録再生する際には初めに基板の厚みt1の部分の基板の厚みt1に対応した焦点制御を行って再生する。当然大きな収差が発生するが、記録密度が非常に低いため記録を再生することができる。そして、基板の厚みがt2であるという情報を認識したら、自動的に基板の厚みt2に対応した焦点制御を行うことができるという効果がある。当然、初めに基板の厚みt1の部分の基板の厚みt1に対応した焦点制御を行って再生し、基板の厚みがt2であるという情報がなければ、そのまま基板の厚みt1に対応した焦点制御を行って再生し続けられれば良い。また、基板の厚みが一定であるため情報媒体の製造が容易で安価にでき、また、情報媒体を薄くできるという効果がある。

(6) 光ディスク装置に、基板の厚みを判別する情報を



記録した位置、例えば最内周などに光ヘッドを動かして情報信号を検出し、基板の厚みが  $t_2$  であるという情報を認識したら、自動的に基板の厚み  $t_2$  に対応した焦点制御を行い、また、基板の厚みが  $t_2$  であるという情報がなければ、そのまま基板の厚み  $t_1$  に対応した焦点制御を行って再生し続けるという手段をもたせる。高密度光ディスクが本発明の実施例のものである限り、迅速に且つ極めて正確に基板の厚みを判断することができ、2種の厚みの基板の光ディスクの記録再生を安定に行うことができるという効果を有する。

(7) 光ディスク装置において、例えば最内周などに光ヘッドを動かし、次に、基板の厚み  $t_1$  に対応した焦点制御を行う。そしてトラッキング制御を行って情報信号を検出し、情報信号の振幅が一定値以上得られなかった場合には、自動的に基板の厚み  $t_2$  に対応した焦点制御を行う。また、情報信号の振幅が一定値以上得られた場合には、そのまま基板の厚み  $t_1$  に対応した焦点制御を行って再生し続ける。これによりすべての光ディスクの、基板の厚みを判断することができ、2種の厚みの基板の光ディスクの記録再生を安定に行うことができるという効果を有する。

(8) 本発明の顕微鏡用のレンズは、透過光も回折光も共に充分な強度を持つホログラムレンズを用いているので、2つの焦点面に対して、同時に焦点を合わせることができ、2つの平面内の像を同時に観察できるという効果を備える。

【0125】さらにホログラムレンズをブレイズ化することによって、2箇所焦点合わせをする透過光と+1次回折光の光量を大きくすることができ、明るい像を得ることができるという効果がある。

【0126】また、透過光と回折光でそれぞれ異なる厚みの基板を通して像を観察する場合は、基板の厚みの違いによって生じる収差をホログラムレンズによって補正し、最良の像を観察できるようにすることができるといふ効果がある。

【0127】さらに、本発明の顕微鏡レンズと接眼レンズを組み合わせてことによって、光軸方向の位置の異なる2平面上の鮮明な像を同時に観察することができるという効果を有する顕微鏡を構成できる。

(9) 本発明の2焦点顕微鏡用レンズまたはこの顕微鏡レンズを用いた2焦点顕微鏡を用いた露光装置は、予め試料の裏面に所定のパターンを形成し、このパターンとフォトリソの相対位置を高精度で合わせて表面にパターンを転写する事ができるという効果を有する。本発明の露光装置では2焦点の顕微鏡を用いるので、焦点深度を深くする必要がなく、高倍率の顕微鏡を用いることができ、裏面と表面を同時に高倍率で観察して位置合わせを行い、5  $\mu\text{m}$ 以下の高精度で試料の裏面のパターンとフォトリソの相対位置を合わせることができるといふ効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の複合対物レンズの概略断面図

【図2】本発明の第1の実施例のホログラムレンズのホログラムパターンを表す平面図

【図3】情報媒体上での集光スポットの光量分布を説明する為に用いる説明図

【図4】本発明の第1の実施例のホログラムレンズの概略断面図

10 【図5】本発明の第2の実施例に用いるホログラムレンズの一部分の概略断面図

【図6】本発明の第2の実施例の複合対物レンズの概略断面図

【図7】本発明の実施例におけるホログラムから得られる0次回折光（透過光）の光量分布を説明するための概略断面図

【図8】本発明の実施例におけるホログラムから得られる0次回折光（透過光）と回折光の光量分布を説明するための概略断面図

20 【図9】本発明の実施例のホログラムレンズのホログラムパターンを表す平面図

【図10】本発明の第3の実施例の複合対物レンズの概略断面図

【図11】本発明の第3の実施例におけるホログラムから得られる0次回折光（透過光）と回折光の光量分布を説明するための概略断面図

【図12】本発明の第5の実施例の複合対物レンズの概略断面図

30 【図13】本発明の第6の実施例の光ヘッド装置の概略断面図

【図14】本発明の第6の実施例と第7の実施例と第10の実施例の光ヘッド装置に用いるホログラムのホログラムパターンを表す平面図

【図15】本発明の第6の実施例と第7の実施例と第10の実施例の光ヘッド装置に用いるホログラムから発生する回折光と光検出器の関係を表す概略断面図

【図16】本発明の第6～第11の実施例の光ヘッド装置に用いる光検出器上での回折光の様子を説明するための平面図

40 【図17】本発明の第6～第11の実施例の光ヘッド装置に用いる光検出器を示す平面図

【図18】本発明の第6の実施例と第7の実施例と第9の実施例と第10の実施例の光ヘッド装置の要部（ホログラムパターンと光検出器）の概略斜視図

【図19】本発明の第6の実施例の光ヘッド装置の概略断面図

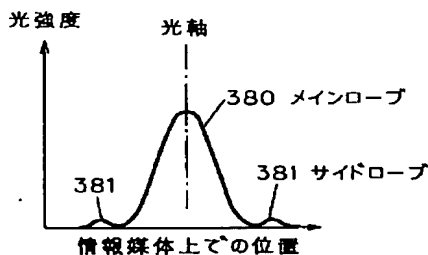
【図20】本発明の第6～第11の実施例の光ヘッド装置に用いる光検出器及び光検出器上での回折光の様子を説明するための平面図

50 【図21】本発明の実施例の光ヘッド装置の概略断面図

49

- 【図 2 2】本発明の実施例の光ヘッド装置の概略断面図  
 【図 2 3】本発明の実施例の光ヘッド装置の概略断面図  
 【図 2 4】本発明の実施例の光ヘッド装置の概略断面図  
 【図 2 5】本発明の実施例の光ヘッド装置に用いる光検出器及び光検出器上での回折光の様子を説明するための平面図  
 【図 2 6】本発明の実施例の光ヘッド装置において得られるフォーカスエラー信号の一例を示すの概略説明図  
 【図 2 7】本発明の第 7 の実施例の光ヘッド装置の概略断面図  
 【図 2 8】本発明の第 8 の実施例の光ヘッド装置の概略断面図  
 【図 2 9】本発明の第 8 の実施例と第 1 1 の実施例の光ヘッド装置に用いるホログラムのホログラムパターンを表す平面図  
 【図 3 0】本発明の第 9 の実施例の光ヘッド装置の概略断面図  
 【図 3 1】本発明の第 9 の実施例の光ヘッド装置に用いるホログラムのホログラムパターンを表す平面図  
 【図 3 2】本発明の第 9 の実施例の光ヘッド装置に用いる光検出器及び光検出器上での回折光の様子を説明するための平面図  
 【図 3 3】本発明の第 1 0 の実施例の光ヘッド装置の概略断面図  
 【図 3 4】本発明の第 1 1 の実施例の光ヘッド装置の概略断面図  
 【図 3 5】本発明の第 1 2 の実施例の光ヘッド装置の概略断面図  
 【図 3 6】本発明の第 1 2 の実施例の光ヘッド装置に用いるホログラムのホログラムパターンを表す平面図  
 【図 3 7】本発明の第 1 2 の実施例の光ヘッド装置の概略断面図  
 【図 3 8】本発明の第 1 2 の実施例の光ヘッド装置に用いるホログラムのホログラムパターンを表す平面図  
 【図 3 9】本発明の第 1 2 の実施例の光ヘッド装置の概略断面図

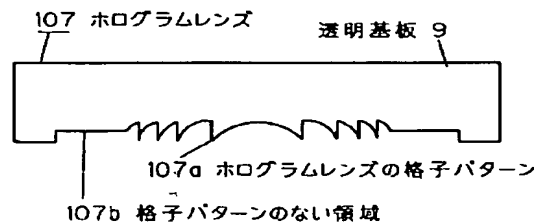
【図 3】



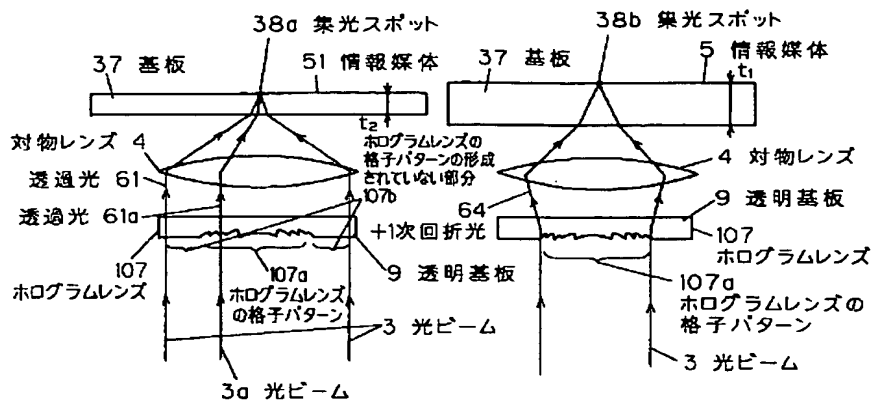
50

- 【図 4 0】本発明の第 1 3 の実施例の光ヘッド装置の概略断面図  
 【図 4 1】本発明の第 1 3 の実施例と第 1 4 の実施例の光ヘッド装置の要部（放射光源と光検出器）の概略斜視図  
 【図 4 2】本発明の第 1 4 の実施例の光ヘッド装置の概略断面図  
 【図 4 3】本発明の第 1 5 の実施例の情報媒体（光ディスク）の概略斜視図（一部断面図）  
 【図 4 4】本発明の第 1 6 の実施例の情報媒体（光ディスク）の概略斜視図（一部断面図）  
 【図 4 5】本発明の第 1 7 の実施例の光ディスク装置の機能を示す説明図  
 【図 4 6】本発明の第 1 8 の実施例の光ディスク装置の機能を示す説明図  
 【図 4 7】本発明の第 1 9 の実施例の顕微鏡用対物レンズ及び顕微鏡の概略断面図  
 【図 4 8】本発明の第 2 0 の実施例の露光器の概略断面図  
 【図 4 9】従来の光ヘッド装置の概略断面図  
 【図 5 0】従来例、及び本発明の第 4 の実施例の複合対物レンズの概略断面図  
 【図 5 1】従来の課題を説明するために用いる線図的説明図  
 【符号の説明】  
 2 放射光源  
 3 光ビーム  
 4 対物レンズ  
 5、5 1 情報媒体  
 7、7 1 光検出器  
 3 6 ビームスプリッター  
 1 0 7、1 0 8、1 0 9、1 1 1 ホログラムレンズ  
 1 1 0 駆動手段  
 1 2 1 収束レンズ  
 1 2 2 コリメートレンズ  
 1 2 3 コリメートレンズ

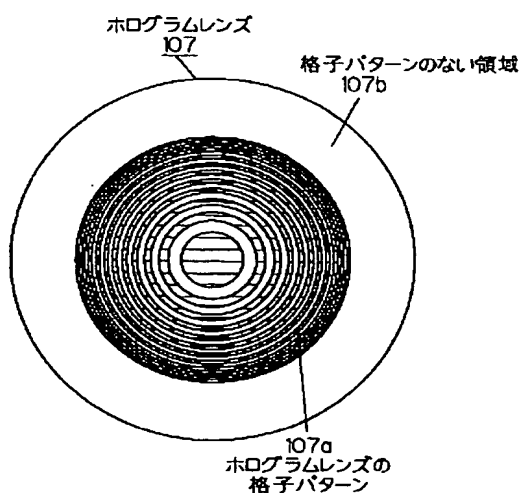
【図 4】



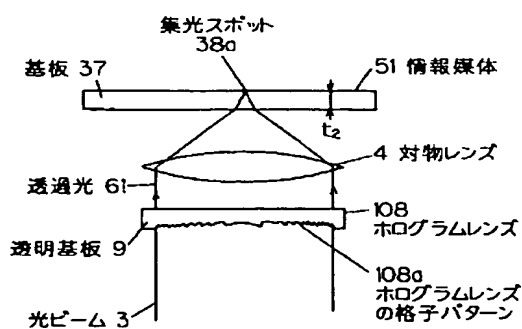
(a)



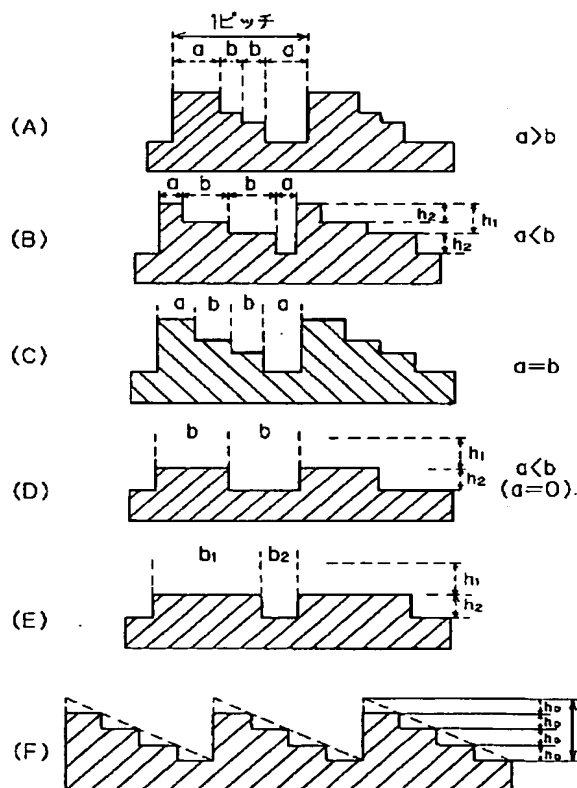
【図5】



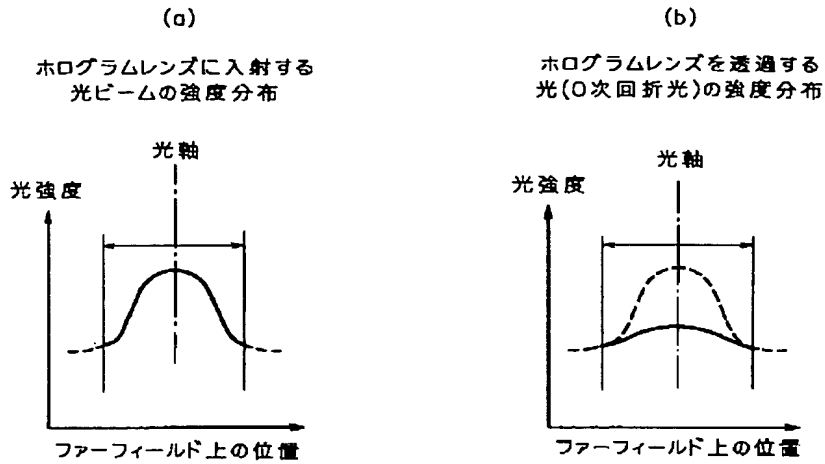
【図6】



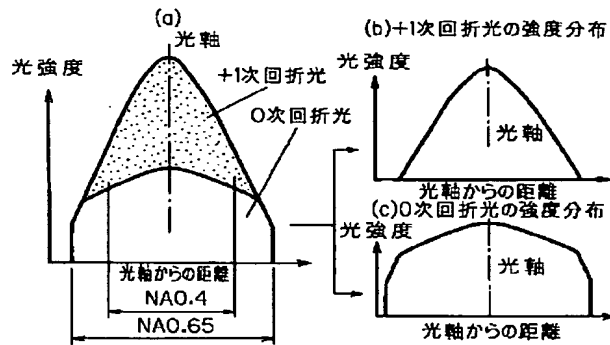
### ホログラムレンズの断面形状



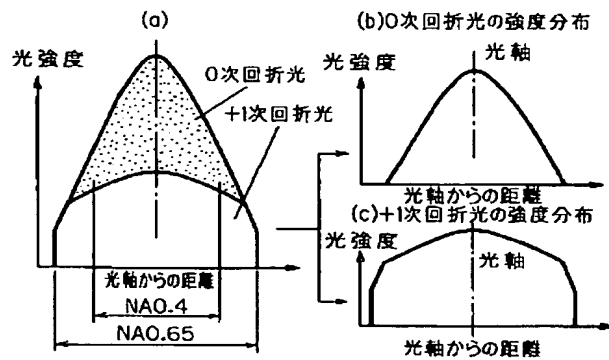
【図 7】



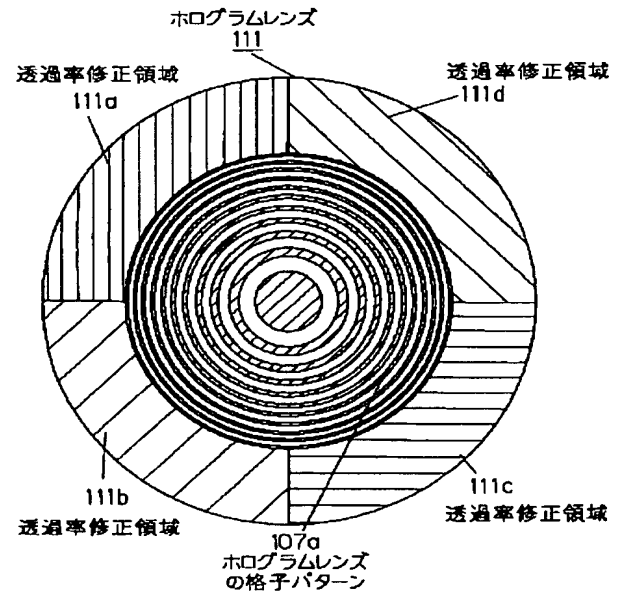
【図 8】



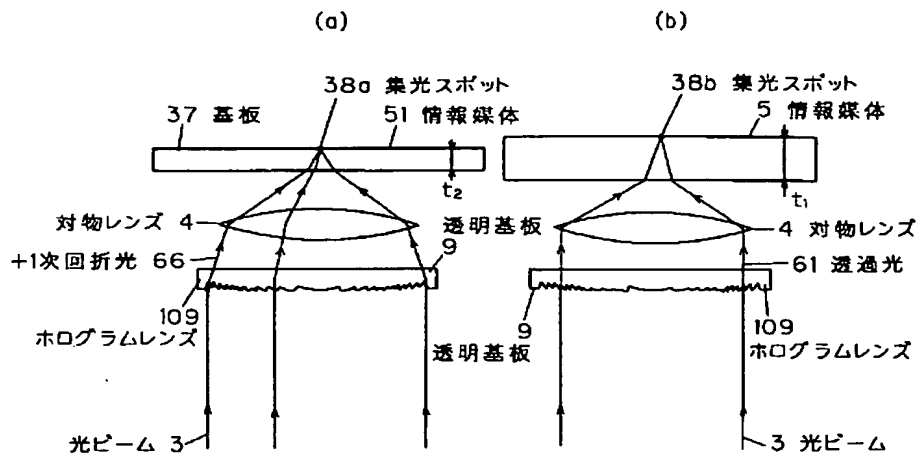
【図 11】



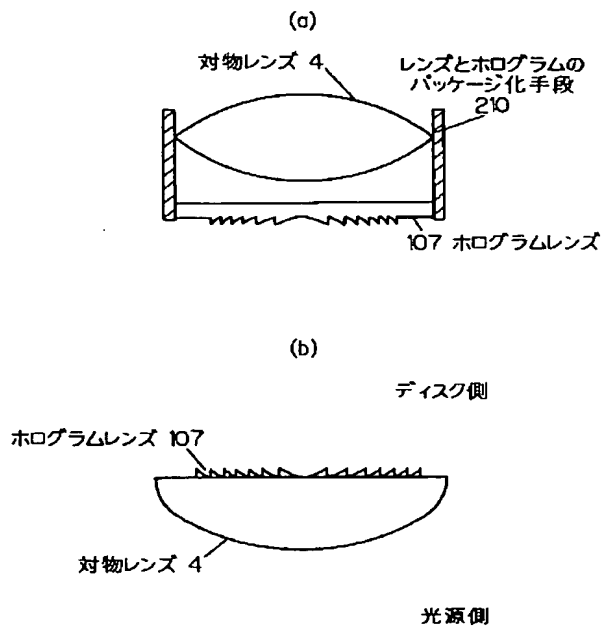
【図 9】



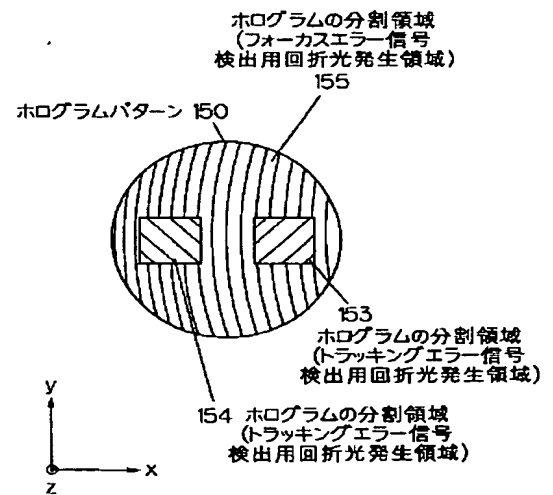
【図 10】



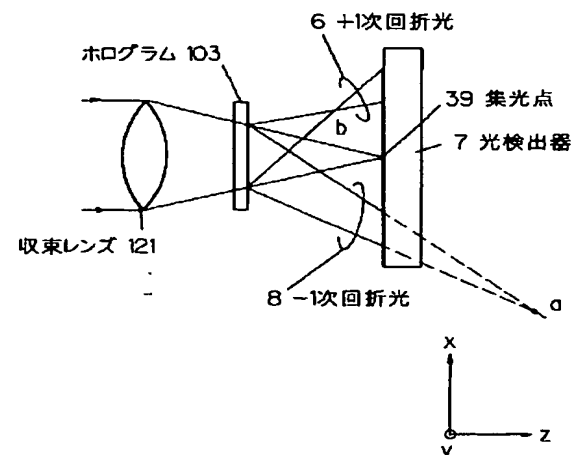
【図 12】



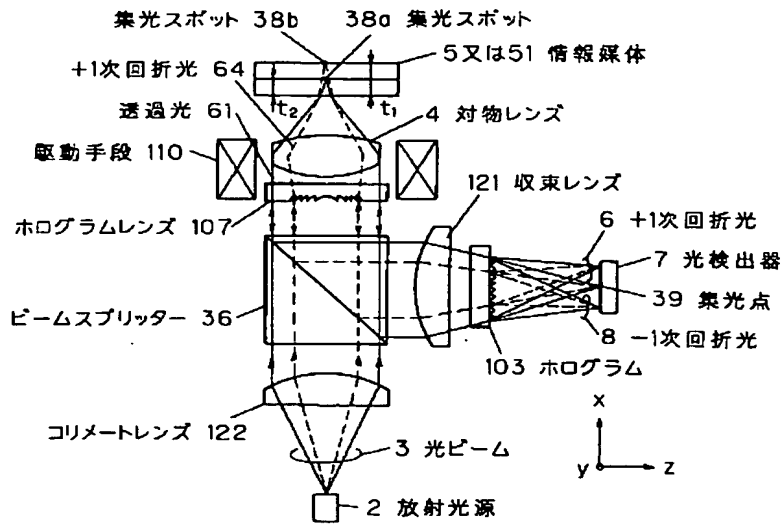
【図 14】



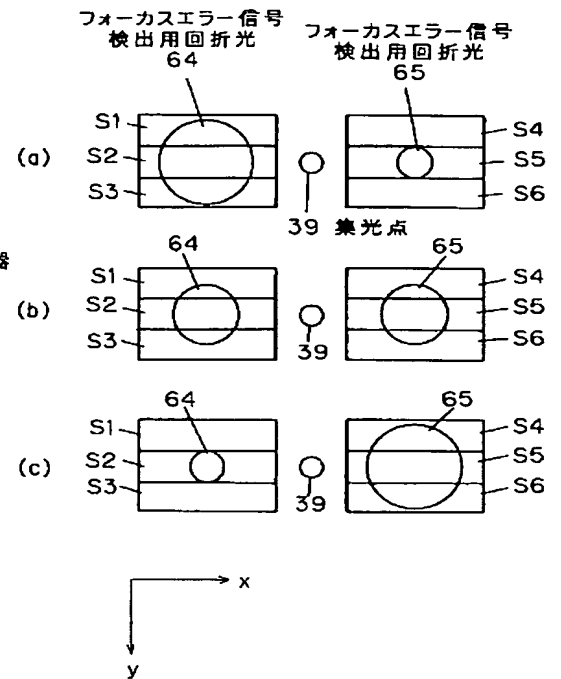
【図 15】



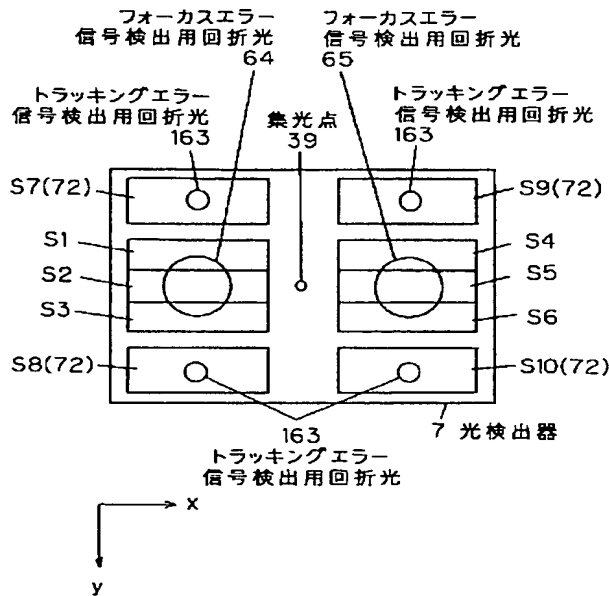
【図13】



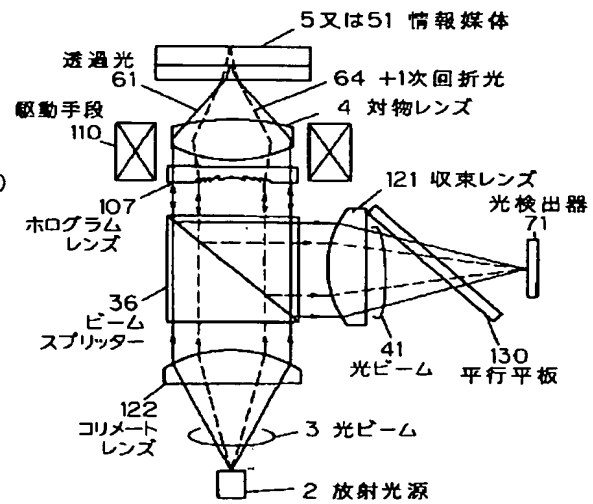
【図16】



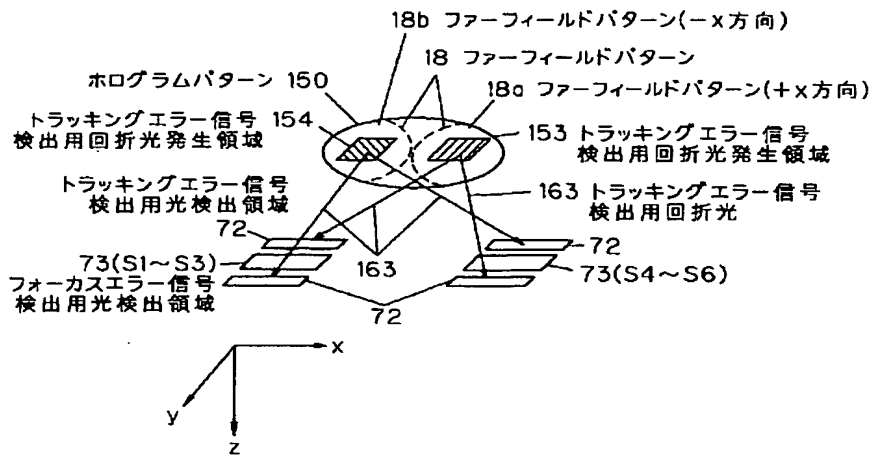
【図17】



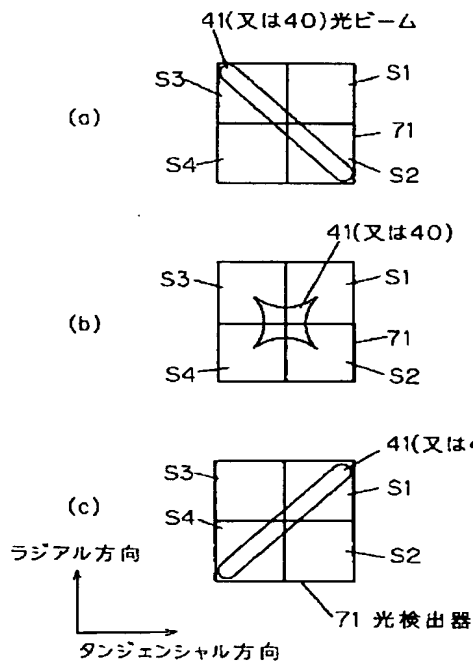
【図19】



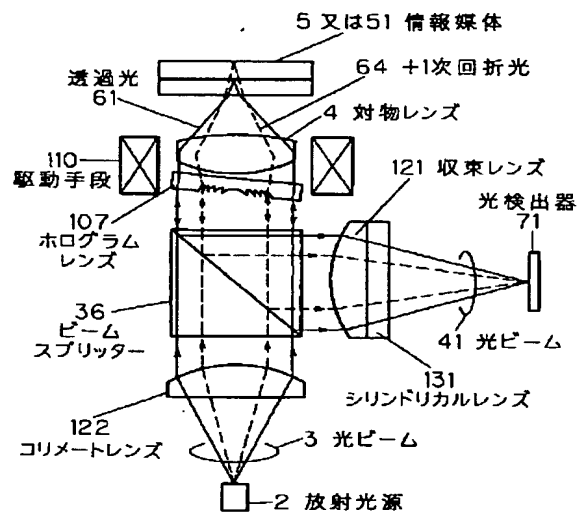
【図18】



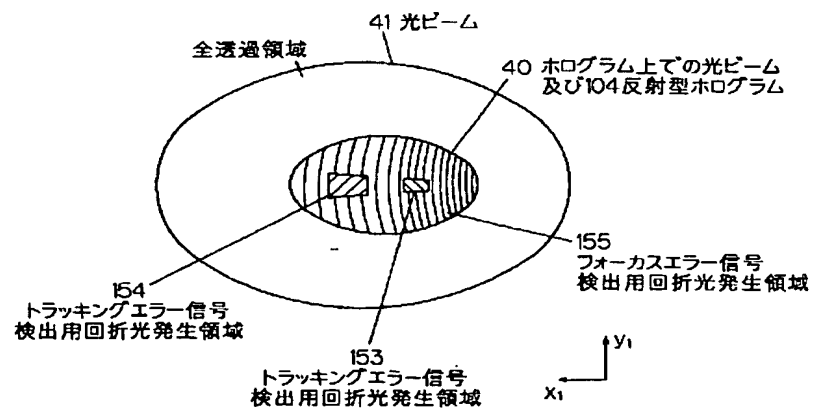
【図20】



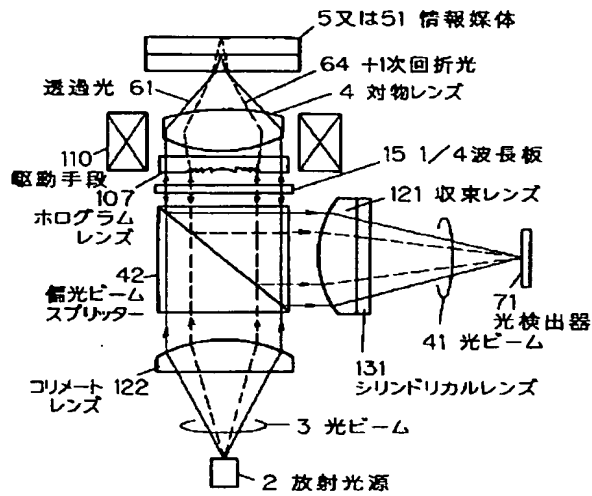
【図21】



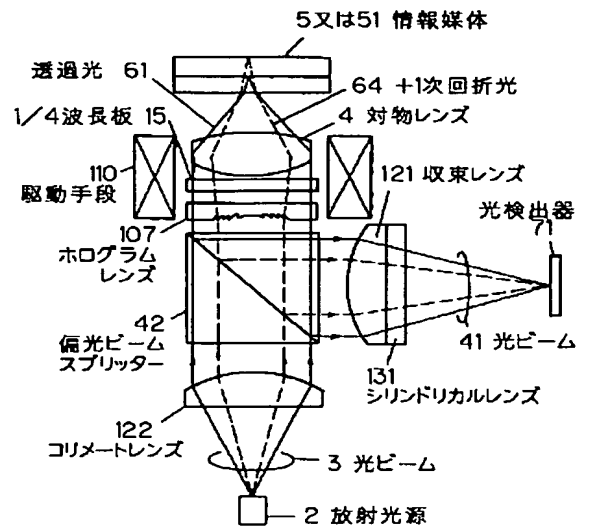
【図29】



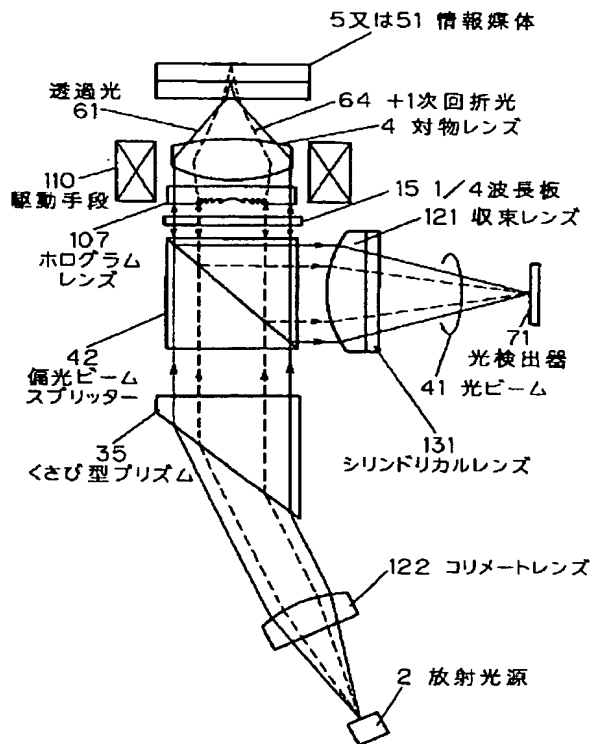
【図22】



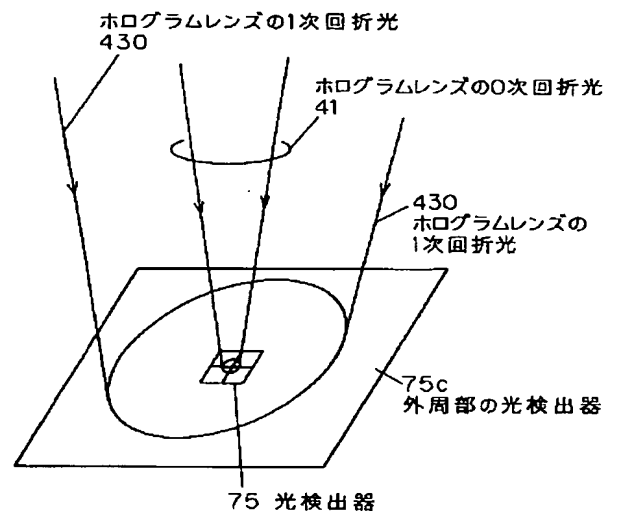
【図23】



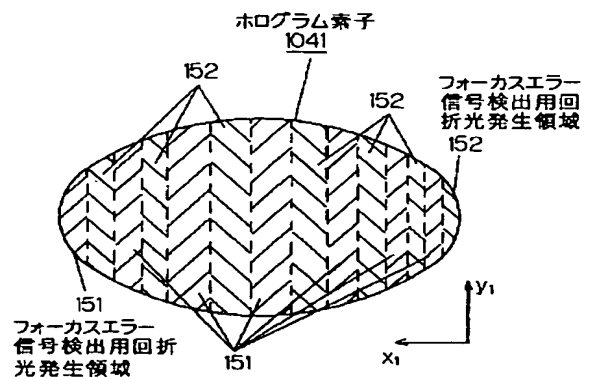
【図24】



【図25】



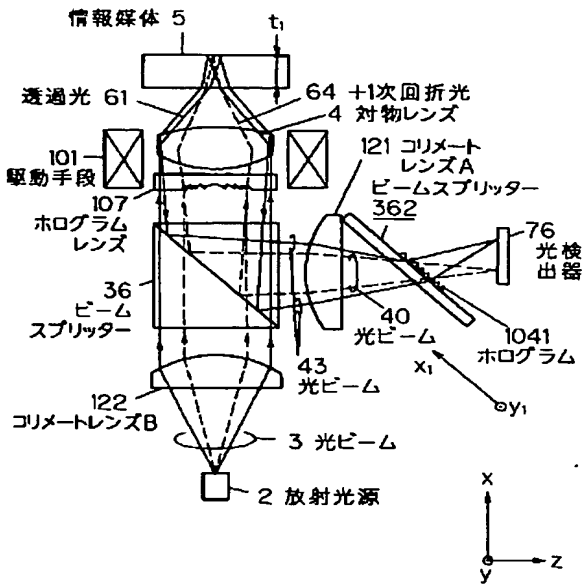
【図31】



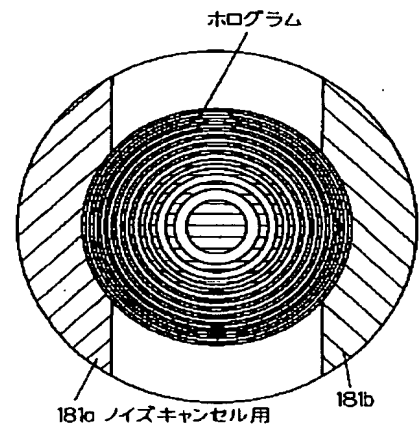


【図 30】

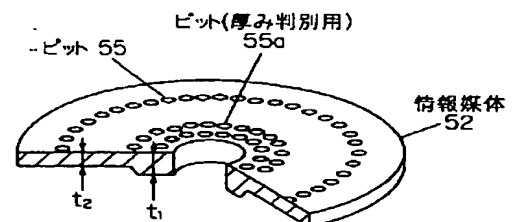
【图 27】



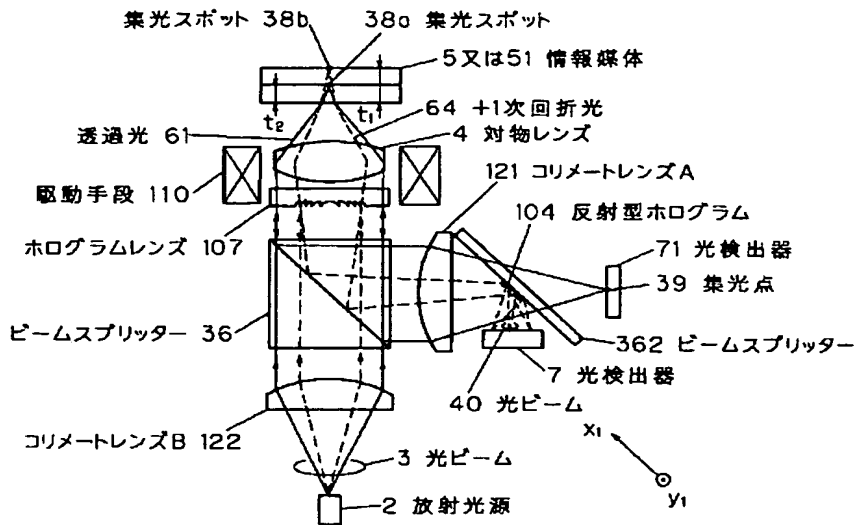
【図 38】



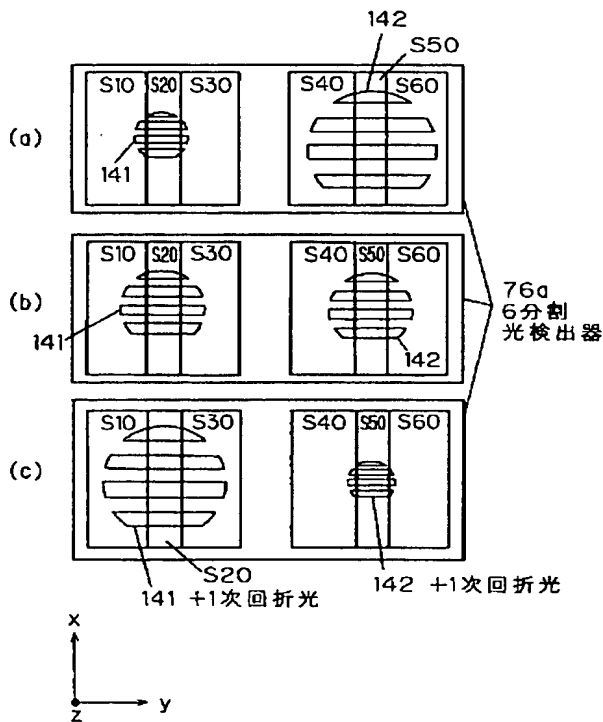
【図 4 3】



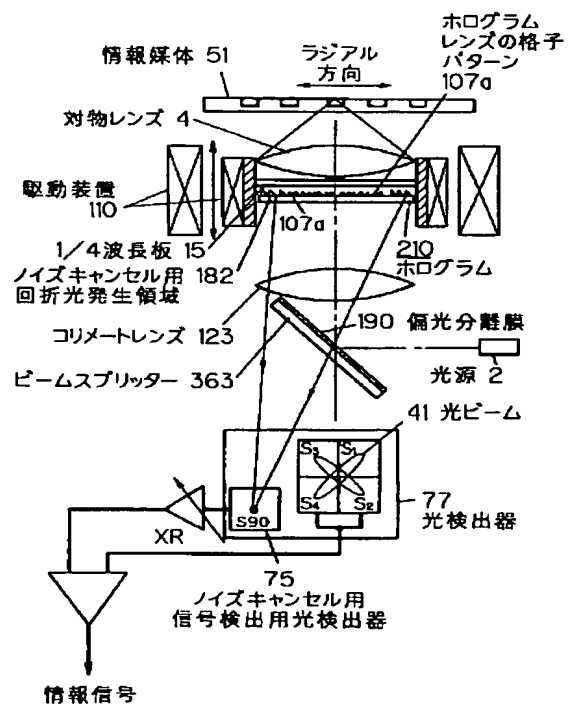
【図 28】



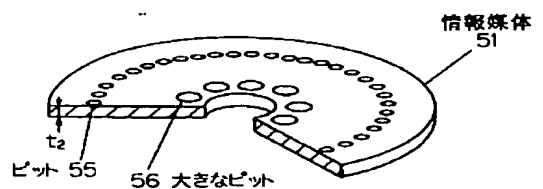
【図 32】



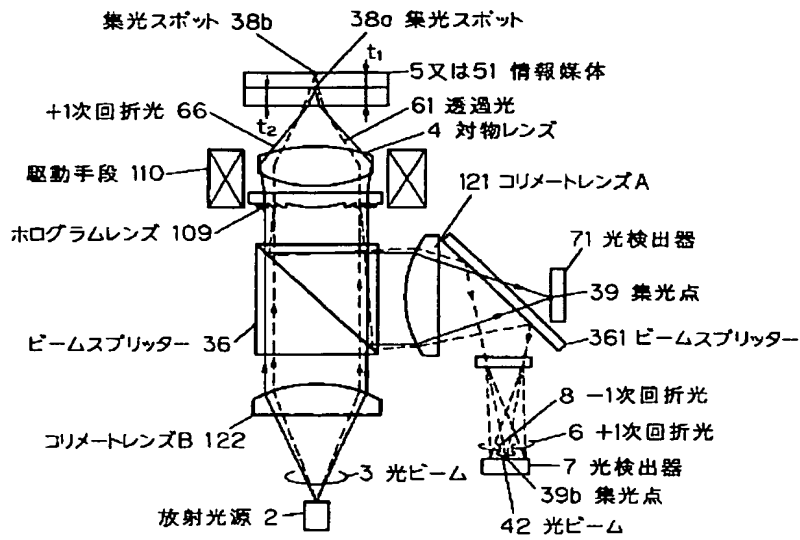
【図 35】



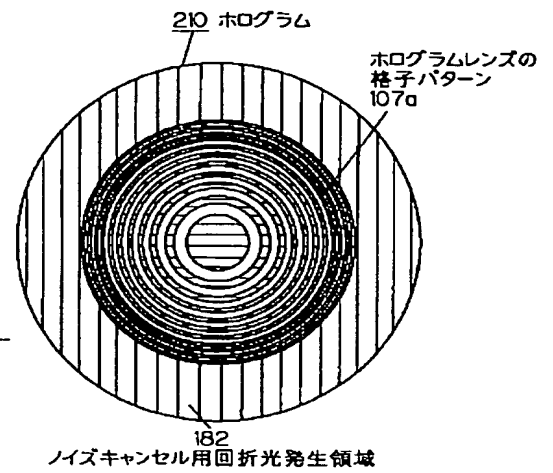
【図 44】



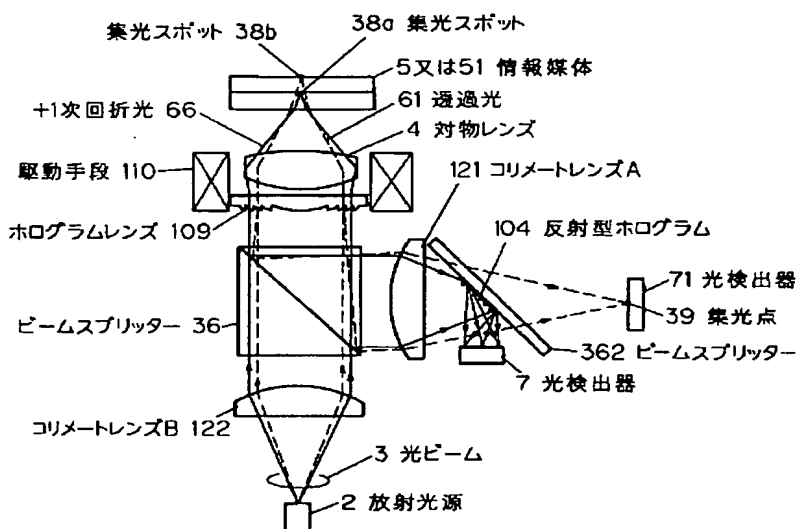
【図 3 3】



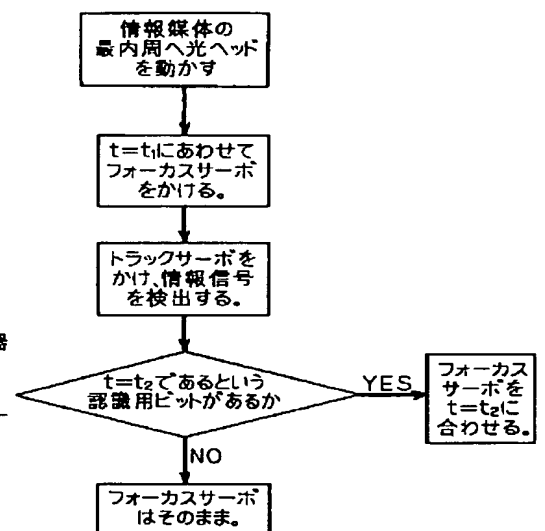
【図 3 6】



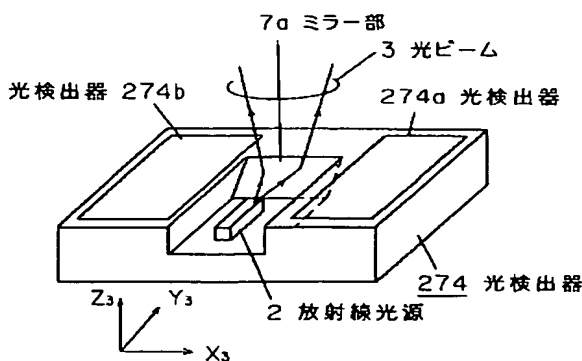
【図 3 4】



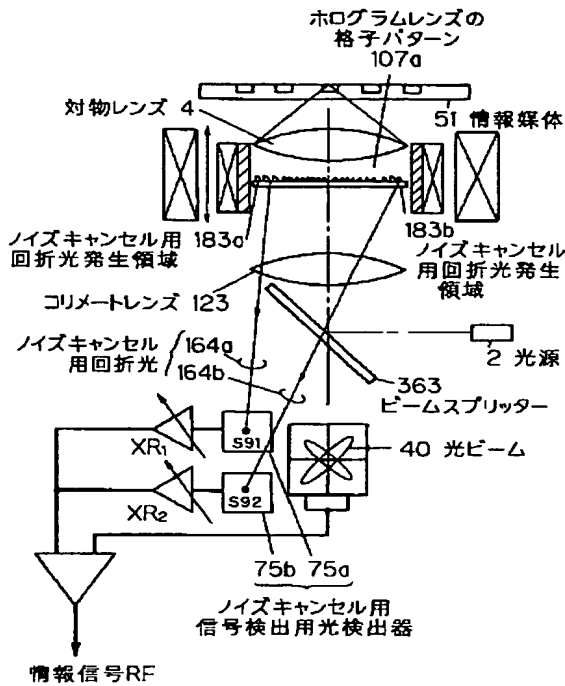
【図 4 5】



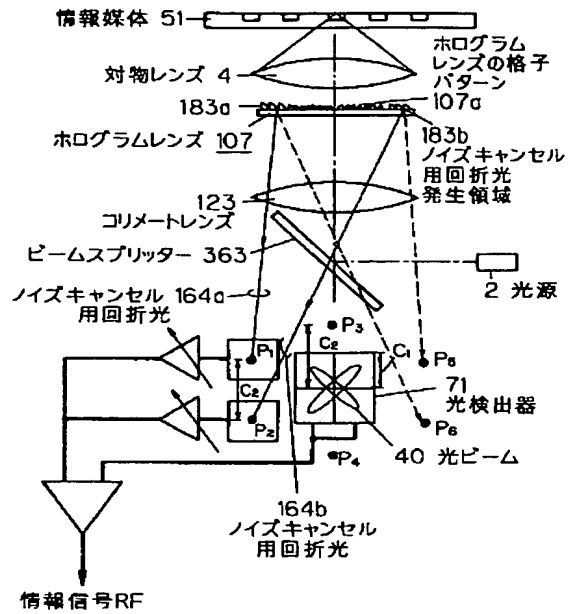
【図 4 1】



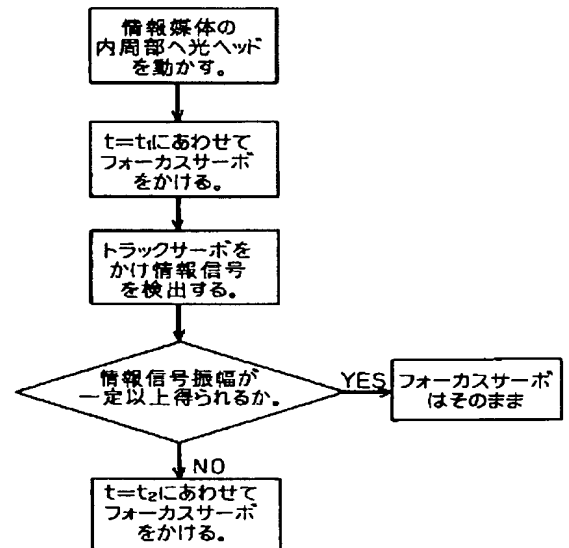
【図 37】



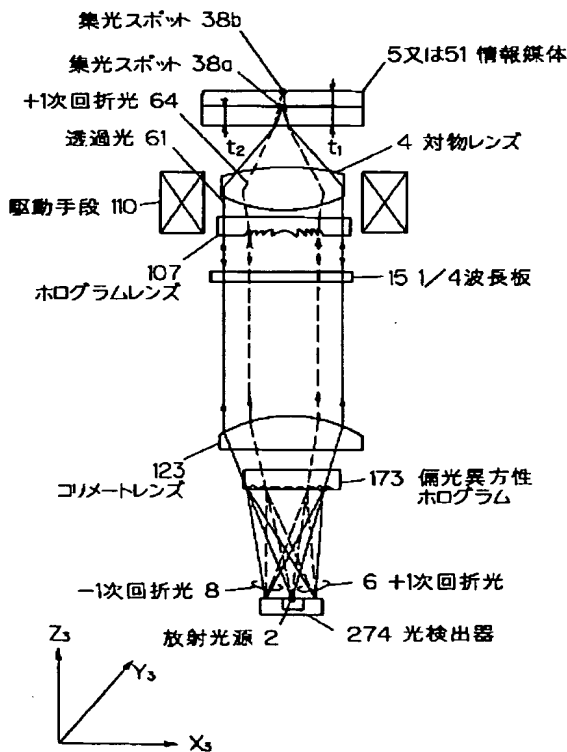
【図 39】



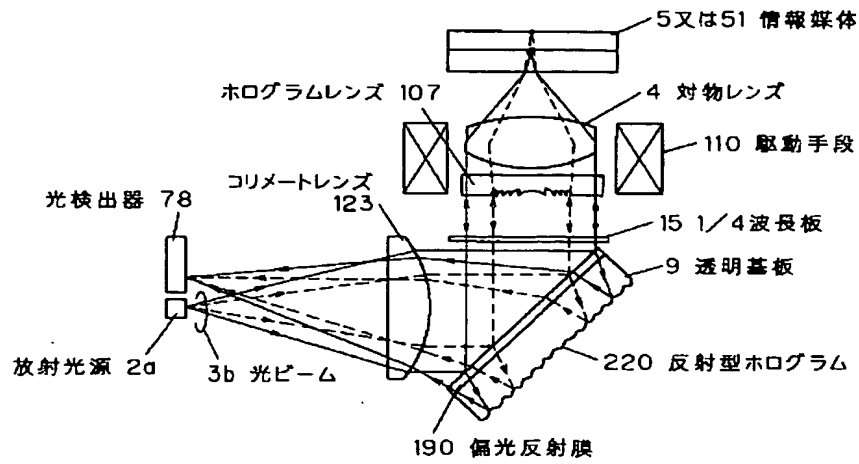
【図 46】



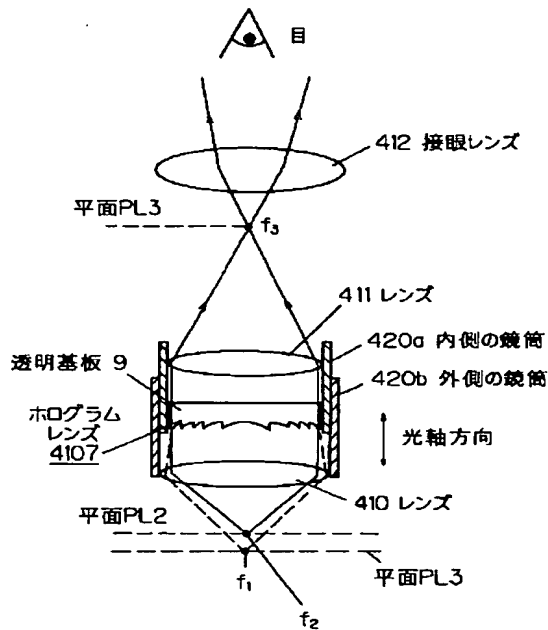
【図 40】



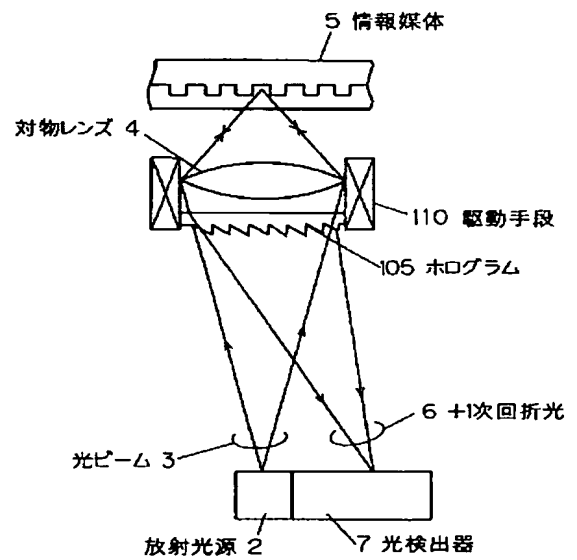
【図 4 2】



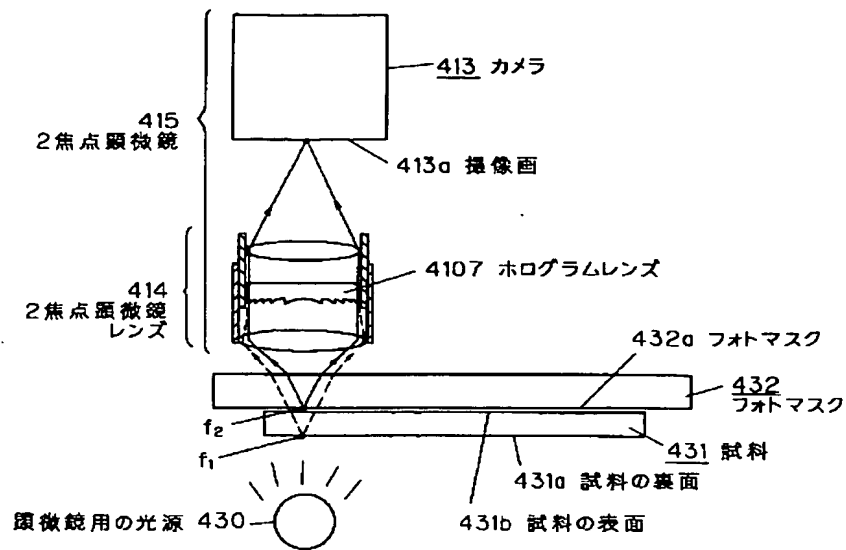
【図 4 7】



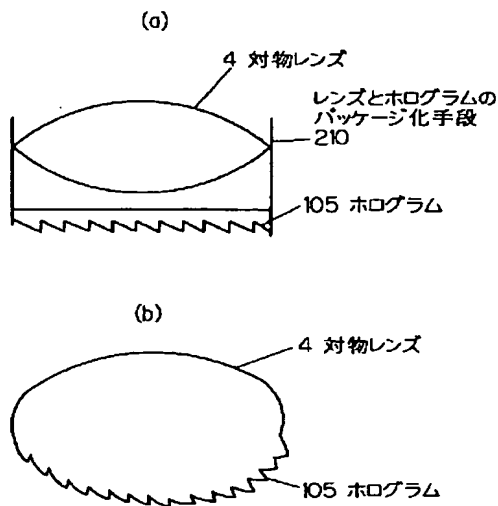
【図 4 9】



【図 48】



【図 50】



【図 51】

